



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

REVITALIZACE VYBRANÉHO ÚSEKU  
VODNÍHO TOKU

REVITALIZATION OF THE SELECTED SECTION OF THE WATERCOURSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Hana Šmídová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodních staveb

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Hana Šmídová
<b>Název</b>	Revitalizace vybraného úseku vodního toku
<b>Vedoucí práce</b>	prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2016
<b>Datum odevzdání</b>	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

---

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Just, T. Vodohospodářské revitalizace, Praha 2005

Patočka, C., Macura, L. Úpravy toků, Praha 1989

Raplík, M a kol. Úpravy tokov, Bratislava 1989

Šlezingr, M. Říční typy, CERM Brno 2007

Šlezingr, M., Úradníček, L., Vegetační doprovod toků, Brno 2009

Šlezingr, M. Revitalizace toků, VUTIUM 2010, 210s.

Výbora, P. Úpravy toků, VUT Brno 1988

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Výčet možných revitalizačních prvků - základní souhrn

- Důvody revitalizací

- Návrh revitalizace toku (textové části, dle konkrétního zadání)

- Hydrotechnické výpočty

- Výkresová dokumentace:

Situace 1:50 000

Situace 1:2000 (1000)

Podélný a příčný řez tokem (1:1000/100, 1:100)

Návrhy úprav - zakresleno v příčných řezech

- Doklady

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr  
Vedoucí diplomové práce

## **Abstrakt**

Tato práce řeší revitalizační návrh vybraného úseku vodního toku Kuřimka mezi ř.km 0,212-0,312 na katastrálním území Kníničky. Práce je zaměřena na zhodnocení současného stavu, posouzení kapacity a následný návrh revitalizační úpravy rozšířením prostoru pro sedimentaci. Výpočty kapacity toku byly provedeny pomocí programu HEC-RAS 5.0.0. Posouzení bylo provedeno na základě vlastní pochůzky, přeměření a pořízené fotodokumentace. Součástí práce je i návrh vegetačního doprovodu a výkresová dokumentace.

## **Klíčová slova**

Revitalizace vodního toku, vegetační doprovod, HEC-RAS, kapacita toku, sedimentace.

## **Abstract**

This study solves revitalizing proposal of selected section of river Kuřimka in km 0,212 to 0,312 in the cadastral Kníničky. Work is focused on assessing the current state, capacity assessment and subsequent design of revitalization using extension space for sedimentation. Calculations of flow capacity were performed using HEC-RAS 5.0.0. The assessment was made based on my own errand, remeasurement and photographic documentation. The work also includes a proposal of riparian vegetation and drawings.

## **Keywords**

Revitalization of the watercourse, vegetative components, HEC-RAS, capacity of channel, sediment.



### **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Hana Šmídová *Revitalizace vybraného úseku vodního toku*. Brno, 2017. 71 s., 42 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb.  
Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2017

---

Bc. Hana Šmídová  
autor práce

# **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13.1.2017

---

Bc. Hana Šmídová  
autor práce

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat všem, kteří jakkoliv přispěli při zpracování mé práce. V první řadě moje poděkování patří panu prof. Dr.Ing. Miloslavu Šlezingrovi, vedoucímu mé diplomové práce, za čas strávený při vzájemných konzultacích, za cenné rady a připomínky. Rovněž patří můj velký dík rodině za podporu při studiu a naděje, které do mne vkládají.

## Obsah

Úvod.....	12
<b>1. Průvodní zpráva .....</b>	<b>13</b>
1.1.Správní údaje.....	13
1.2.Údaje o povodí.....	14
1.2.1.Popis toku .....	14
1.2.2.Popis přítoků .....	14
1.2.3.Popis a lokalizace povodí .....	15
1.2.4.Výškové uspořádání .....	16
1.2.5.Sklonitost v povodí Svratky[9] .....	17
1.3.Hydrologické poměry .....	18
1.4.Geologické poměry .....	19
1.5.Klimatické poměry .....	22
1.6.Požadavky na odběr .....	24
1.7.Čistota vod .....	24
1.8.Průmysl .....	26
1.9.Zemědělství [10].....	27
1.10.Lesnictví .....	28
1.11.Rekreační využití.....	29
1.12.Energetické využití toku .....	30
1.13.Životní prostředí.....	30
1.14.Charakteristika druhové skladby rostlin v okolí toku.....	31
1.14.1.Byliny .....	31
1.14.2.Keře .....	32
1.14.3.Stromy .....	33
<b>2. Revitalizace vodních toků .....</b>	<b>35</b>
2.1.Úvod.....	35
2.2.Základní rozdělení revitalizačních opatření.....	35
2.3.Nevhodné úpravy v minulosti.....	35
2.4.Zásady revitalizace .....	36
2.5.Revitalizace technického stavu koryt .....	37
2.6.Balvanitý skluz.....	38
<b>3. Sedimentace .....</b>	<b>40</b>
3.1.Úvod.....	40
3.2.Účel nádrží .....	40
<b>4. Posouzení kapacity toku .....</b>	<b>41</b>

4.1.	Matematický model 1D, HEC-RAS 5.0.0 .....	41
4.2.	Vstupní data .....	41
4.3.	Okrajové podmínky .....	42
4.4.	Výstupní údaje .....	43
4.5.	Shrnutí .....	47
5.	Technická zpráva .....	48
5.1.	Správní orientace .....	48
5.2.	Úvodní část .....	48
5.3.	Podklady .....	48
5.4.	Popis stávajícího stavu .....	48
5.4.1.	Popis příčného řezu .....	49
5.4.2.	Podélný sklon .....	50
5.5.	Vlastní návrh úpravy .....	50
5.5.1.	Úvod .....	50
5.5.2.	Parametry sedimentačního prostoru .....	50
5.5.3.	Varianty řešení .....	50
5.5.3.1.	Popis varianty A .....	51
5.5.3.2.	Popis varianty B .....	52
5.5.3.3.	Shrnutí .....	53
5.5.4.	Vtok .....	53
5.5.5.	Zpevnění paty .....	53
5.5.6.	Stabilizace břehů .....	54
5.5.7.	Odtok ze sedimentačního prostoru .....	54
5.5.8.	Odtěžování nádrže .....	54
6.	Hydrotechnické výpočty .....	56
6.1.	Úvod .....	56
6.2.	Výpočet rychlostí v korytě dle různých autorů .....	56
6.2.1.	Vstupní data .....	56
6.2.2.	Schéma .....	56
6.2.3.	Výpočet [29] .....	57
6.2.4.	Závěr .....	58
6.3.	Výpočet balvanitého skluzu .....	58
6.3.1.	Hydraulický výpočet kapacity přepadu na balvanitém skluzu .....	58
6.3.2.	Posouzení stability skluzové plochy .....	59
6.3.3.	Vstupní data .....	60
6.3.4.	Schéma .....	60
6.3.5.	Výpočet .....	60

6.3.6.	Stanovení rychlosti na skluzu .....	61
6.3.7.	Stanovení vymílací rychlosti .....	61
7.	Návrh vegetačního doprovodu .....	62
7.1.	Úvod.....	62
7.2.	Vegetační doprovod vodních toků .....	62
7.3.	Návrh vegetačního doprovodu .....	63
8.	Závěr .....	64
9.	Seznam použitých zdrojů.....	65
9.1.	Internetové zdroje .....	65
9.2.	Literatura, dokumenty, normy a vyhlášky .....	66
10.	Seznam symbolů a zkratk .....	68
11.	Seznam obrázků .....	69
12.	Seznam tabulek.....	70
13.	Seznam příloh .....	71

## Úvod

Diplomová práce se zabývá revitalizační úpravou vybraného úseku vodního toku Kuřimka mezi ř.km 0,212 - 0,312. Vybraný úsek se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Brno-venkov, na katastrálním území obce Kníničky. Práce je především zaměřena na variantní řešení možnosti rozšíření sedimentačního prostoru na řece Kuřimce. Rozšíření sedimentačního prostoru je navrhováno v souladu s v dnešní době již realizovanou sedimentační nádrží. V této práci jsou vypracovány dvě varianty řešení sedimentačního prostoru. Návrhem řešení je buď úplné, nebo částečné odstranění ostrovů a tím rozšíření prostoru pro ukládání sedimentů. Důvodem pro tento návrh je rychlé zanášení sedimenty, které jsou důsledkem eroze a nevhodného hospodaření v povodí. Sedimentační prostory slouží k trvalému usazování sedimentů, aby se sedimenty nedostávaly dále do nádrží, ze kterých je velmi náročné je těžít.

Na základě materiálů je zjištěna kapacita koryta pro návrh balvanitého skluzu, který je navržen na vtoku do sedimentačního prostoru. V práci jsou také posouzeny výpočty rychlostí dle různých autorů neuvažující s drsností v korytě s výpočtem dle Chezyho, který s drsností ve výpočtu uvažuje.

Poslední část této diplomové práce se zabývá návrhem vegetačního doprovodu, aby byla stavba lépe začlenitelná do krajinného prvku.



# 1. Průvodní zpráva

## 1.1. Správní údaje

- **Jméno akce:** Revitalizace vybraného úseku vodního toku
- **Název toku:** Kuřimka
- **Lokalizace:** vodní tok Kuřimka, kraj Jihomoravský, okres Brno – venkov
- **Celková délka toku :** 15,6 km
- **Kilometáž zájmového úseku:** cca 0,212 - 0,312
- **Katastr obcí:** Chudčice, Veverská Bítýška, Kníničky, Moravské Knínice, Kuřim, Svinošice a Lipůvka
- Tok spravuje povodí Moravy s.p., závod Dyje, Dřevařská 11, Brno 601 75
- Číslo vodohospodářské mapy je 24 – 32
- Číslo hydrologického pořadí je 4-15-01-(142-144) (Svratka po Svitavu).



*Obr.1. 1 - Vodohospodářská mapa zájmového úseku [1]*

## 1.2. Údaje o povodí

### 1.2.1. Popis toku

Vodní tok Kuřimka se rozkládá v Jihomoravském kraji, v okrese Brno-venkov, v severozápadní části města Brna. Protéká katastrálním územím Kníničky, Chudčice, Moravské Knínice, Kuřim, Svinošice a Lipůvka, na území tří obcí, kterými je město Kuřim a obce Moravské Knínice a Chudčice. Tok Kuřimka spadá do povodí Svratky a je tokem IV. řádu.

Kuřimka pramení v lese na Srnčím kopečku ve výšce 450 m n.m., jižně pod Šebrovem a pod Chudčicemi v nadmořské výšce 255 m n.m. se vlévá do Svratky jako levostranný přítok, v ř.km 65,400. Řeka Svratka je jednou z významných českých řek, která odvádí vody ze severní části Českomoravské vrchoviny.



*Obr.1. 2 - Spádová křivka toku Kuřimka-upraveno dle [4]*

Na řece Kuřimce se nachází jen několik malých vodních nádrží, žádné významné vodní nádrže.

Zájemový úsek řeky Kuřimky se nachází přibližně mezi ř.km 0,212 a 0,312 o délce 100 m a její průměrný podélný sklon činí 8,00 ‰.

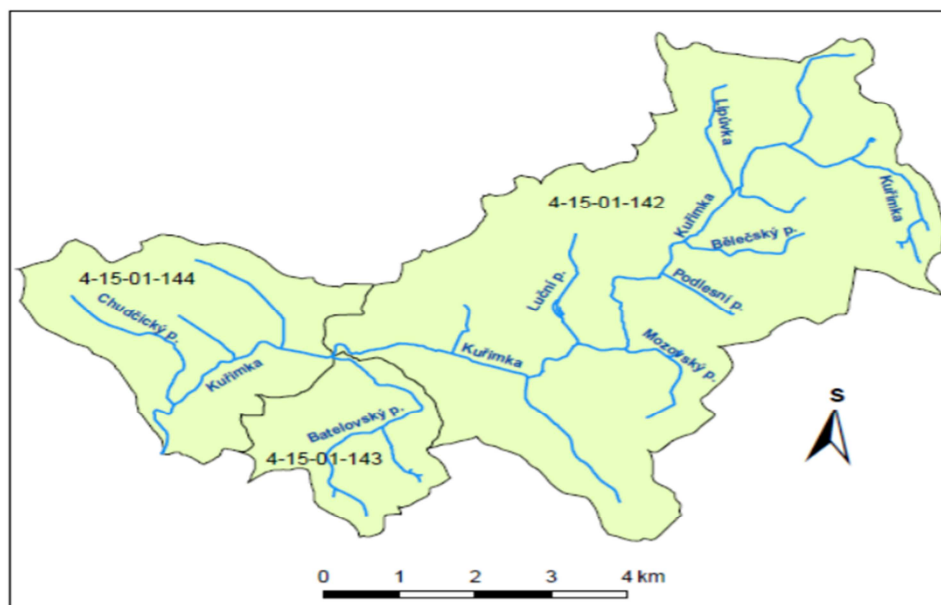
### 1.2.2. Popis přítoků

Řeka Kuřimka spolu se svými přítoky odvodňuje velkou část mikroregionu Kuřimka. Nejvýznamějším přítokem řeky Kuřimky je Batelovský potok. Na toku se nachází celkem 12 přítoků, z toho 6 levostranných a 6 pravostranných.

Mezi pravostranné přítoky Kuřimky patří v ř.km 14,391, na katastrálním území Svinošice, bezejmenný potok. Dalším pravobřežním přítokem je v ř.km 13,645 na katastrálním území Lipůvka opět bezejmenný potok. Mezi další pravostranné přítoky patří Lipůvka v ř.km 12,345, dále pak Luční potok v ř. km 7,882 obě na katastrálním území Kuřim, další bezejmenný potok

v ř.km 5,780 na katastrálním území Moravské Knínice. Posledním z 6 pravostranných přítoků ležícím na katastrálním území Chudčice je v ř. km 1,228 Chudčický potok.

K levostranným přítokům řeky Kuřimky patří bezejmenný potok v ř. km 12,305, dále v ř. km 11,250 Bělečský potok, v ř. km 10,559 Podlesní potok, v ř. km 8,607 Mozovský potok a v ř. km 6,879 bezejmenný potok. Všechny tyto přítoky leží na katastrálním území Kuřim. Posledním z levostranných přítoků je Batelovský potok v ř. km 3,928, který leží na katastrálním území Moravské Knínice.



**Obr.1. 3 - Povodí Kuřimky [4]**

### **1.2.3. Popis a lokalizace povodí**

Kuřimka se nachází v oblasti povodí Dyje. Toto povodí má vějířovitý tvar a je druhé největší z osmi oblastí povodí na území České republiky. Povodí Dyje je povodí řeky 3. řádu a je součástí povodí Moravy. Tvoří je oblast, ze které do řeky Dyje přitéká voda buď přímo, nebo prostřednictvím jejích přítoků. Jeho hranici tvoří rozvodí se sousedními povodími. Na severovýchodě jsou to povodí menších pravostranných přítoků Moravy a na západě povodí Labe. Na jihu jsou to pak povodí menších levostranných přítoků Dunaje. Rozloha povodí je 13 419 km<sup>2</sup>, z čehož 11 164,7 km<sup>2</sup> je na území Česka.[7]

Závod Dyje spravuje území o rozloze 8 683 km<sup>2</sup> a to na území čtyř krajů: Jihomoravského kraje, kraje Vysočina, Jihočeského kraje a Pardubického kraje. Organizačně jej tvoří sedm provozů: Blansko, Brno, Bystřice nad Pernštejnem, Dačice, Jihlava, Náměšť nad Oslavou, Znojmo

Povodí Dyje je tvořeno zejména povodími řek Svratka, Svitava, Jevišovka, Jihlava, Oslava, Moravská Dyje, Rokytá a částmi povodí Litavy a Kyjovky.[8]

Celková plocha povodí toku Kuřimky je 48,99 km<sup>2</sup>. Kuřimka je levobřežním přítokem řeky Svratky v ř. km 65,400, která pramení v oblasti Českomoravské vrchoviny v CHKO Žďárské

vrchy, které jsou pramennou oblastí na hlavní evropské rozvodnici mezi Severním a Černým mořem.

#### 1.2.4. Výškové uspořádání

Oblast povodí Dyje není příliš výškově členitá. Její nejvyšší polohy najdeme na Českomoravské vrchovině s nejvyšším bodem v povodí Javořice, která ční do výšky 837 m n. m. na západní hranici povodí. Nejnižším bodem je soutok Dyje s Moravou na hranicích území České republiky v nadmořské výšce 150 m n.m.. Celých 90 % plochy povodí dosahuje nadmořských výšek mezi cca 150-600 m n.m.. Na méně než 1% území pak nadmořská výška terénu přesahuje 800 m.

Dílčí povodí Dyje zasahuje do šesti krajů – Jihomoravského, Jihočeského, Pardubického, Zlínského, Olomouckého a Kraje Vysočina. V kraji Jihomoravském, čehož se tato práce týká, zasahuje do správních obvodů 20 obcí s rozšířenou působností (Blanska, Boskovic, Brna, Břeclavi, Bučovic, Hodonína, Hustopečí, Ivančic, Kuřimi, Kyjova, Mikulova, Moravského Krumlova, Pohořelice, Rosic, Slavkova u Brna, Šlapanic, Tišnova, Vyškova, Znojma a Židlochovic). [10]

Povrch mikroregionu Kuřimka je mírně až středně vlnitý, místy přerušovaný několika prolomy. Dále reliéf charakterizuje plochá vrchovina s poměrně hlubšími údolími potoků a výškovou členitostí 150 – 250 m n.m.. Pro toto území je typická výška 300 – 400 m n.m. [3]

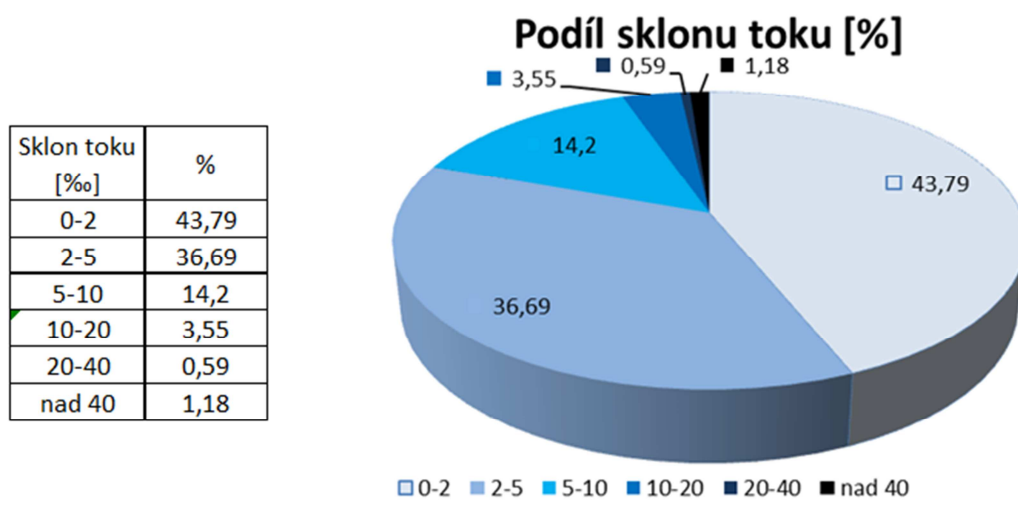
Kuřimka má svůj pramen v lese jižně pod Šebrovem ve výšce 450 m n.m. na Srnčím kopečku. V ř. km 0,212 se nachází začátek řešeného úseku ve výšce 228,21 m n.m. a konec řešeného úseku se nachází v ř. km 0,312 ve výšce 229,01 m n.m.



Obr.1. 4 - Mapa Jihomoravského kraje - zájmový úsek [6]

### 1.2.5. Sklonitost v povodí Svratky[9]

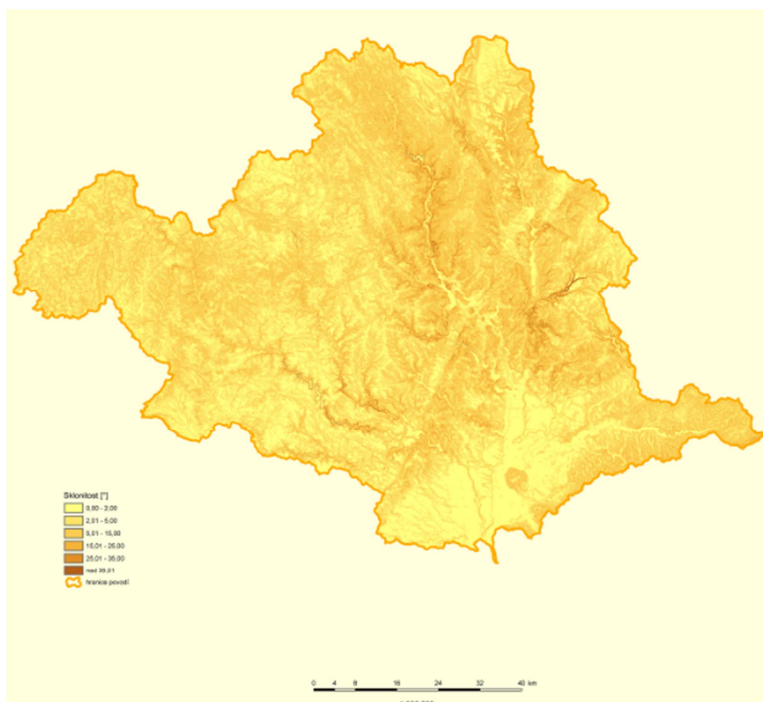
Povodí Svratky má největší podíl ploch sklonů svahů v intervalu 2-15 °, zaujímají ¾ území. Minimálně jsou v povodí zastoupeny sklony nad 25 °.



*Obr.1. 5 - Podíl sklonu toku – upraveno dle [9]*

### *Sklonitost povodí toku Svratky – procentuální zastoupení*

Na toku výrazně převažují sklony do 2‰, zabírají přes 2/5 délky toku. Svratka má však dost i úseků se sklonem přes 10‰. Střední sklon toku je 3,61‰.



*Obr.1. 6 - Mapa sklonitosti svahu v povodí toku Svratky [9]*

### 1.3. Hydrologické poměry

Po stránce hydrologické se řešené území nachází v úmoří Černého moře v oblasti povodí Dyje.

Hlavní pramennou oblast má povodí Dyje na východní a jižní části Českomoravské vrchoviny. Hustota říční sítě v západní části Dyjsko-svrateckého úvalu je jedna z nejnižších v celé ČR. Důležitou roli pro zadržení vody v krajině mají rašeliniště a rašelinné louky na desítkách lokalit podél vrcholové rozvodnicové čáry hlavního evropského rozvodí.

Tok Kuřimka protéká městem Kuřim od jihozápadu k severovýchodu, v obcích Moravské Knínice a Chudčice protéká od východu k západu. Tok je tvořen nízkými břehy, kdy za vydatnějších srážek je možné rozlítí do okolí toku. Retenční schopnost území je velmi malá. Jarní měsíce jsou nejvíce vodné a podzimní měsíce jsou nejméně vodné. V létě jsou období, kdy je v toku jen trochu vody, po deštích průtok vody prudce stoupá, a když jsou k tomu podmínky, velmi rychle nastupují povodně. Číslo hydrologického pořadí pro řešený úsek je 4-15-01-142.

Odtok z povodí je značně rozkolísaný, je závislý na srážkách a tání sněhové pokrývky. Velká část území Mikroregionu Kuřimka se nachází v ochranném pásmu II.b stupně vodního zdroje Brno-Svratka-Pisárky, kde je třeba respektovat příslušné hygienické předpisy.[3]

V Tab. 1 jsou uvedeny m–denní a N–leté průtoky, které byly zjištěny z Hydrologických poměrů ČSSR – díl III- část SVP [22].

Jelikož se na toku Kuřimka nenachází žádné nádrže, které by ovlivňovaly průtok na toku, jsou tyto hydrologická data z roku 1970 použitelná pro výpočet kapacity koryta toku v programu HEC – RAS.

**Tab. 1 - m-denní průtoky a N-leté průtoky [22]**

Q <sub>m</sub> - m-denní průtoky [ m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]							Q <sub>N</sub> - N-leté průtoky [ m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]						
30	90	180	270	330	355	364	1	2	5	10	20	50	100
0,18	0,09	0,05	0,03	0,015	0,01	0,05	6	10	15	21	27	36	43



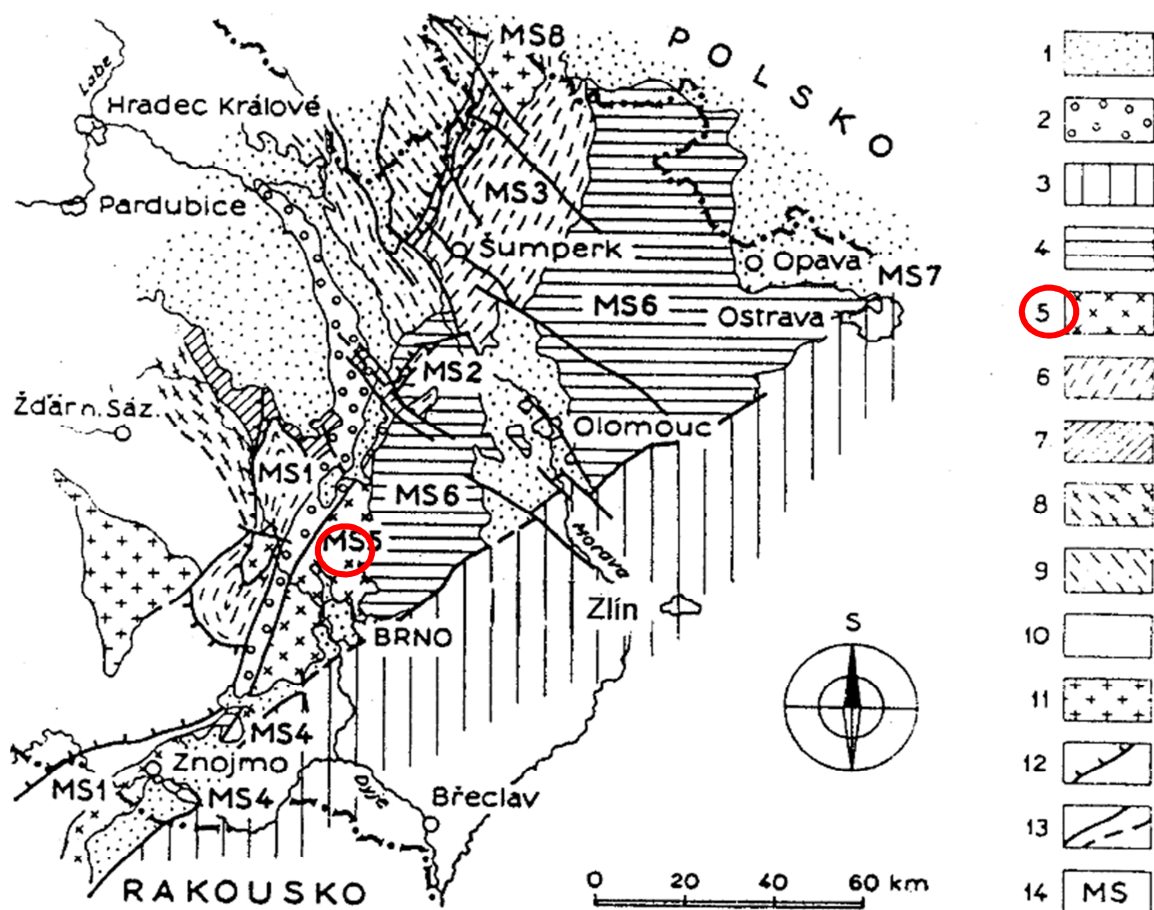


**Obr.1. 7 - Povodí Svatky**  
*(Zdroj: VÚV TGM-digitální data DIBAVOD-vodní toky (jemné úseky), hydrologické členění (Povodí III. řádu; upraveno v programu GIS)*

#### **1.4. Geologické poměry**

Na území České republiky zasahují dvě základní geologické jednotky – Český masív a Západní Karpaty. Zájmová oblast se nachází v Českém masívu, který se dělí do několika geologických jednotek. Český masív je konsolidovaným zbytkem variského (hercynského) horstva vyvrátněného během období prvohor při variské orogenezi v období středního devonu až svrchního karbonu. Jeho dílčí celky spolu původně nesouvisely a byly teprve horotvornými pohyby stmeleny v pevný kratonizovaný celek, který později již nebyl vrátněn a na němž se v místech poklesů ukládaly pokryvy mladších sedimentů. [10]

Řešené území spadá do Moravsko-slezské oblasti, detailněji však spadá do brněnského masívu (Obr. 1.8).



Vysvětlivky: 1 – platformní formace a neogén karpatské předhlubně, 2 – permokarbon, 3 – okraj karpatské předhlubně, 4 – moravskoslezský devon a karbon, 5 – **brněnský masív**, 6 – krystalinikum silesika, 7 – středočeská oblast, 8 – kutnohorsko-svratecká oblast, 9 – lugická oblast, 10 – moldanubická oblast, 11 – granitoidy, 12 – přesmyky, 13 – zlomy, 14 – označení jednotek: MS<sub>1</sub> – moravikum, MS<sub>2</sub> – svinovsko-vranovské krystalinikum, MS<sub>3</sub> – silesikum, MS<sub>4</sub> – krystalinikum miroslovské hrástě a krhovické krystalinikum, MS<sub>5</sub> – brněnský masív, MS<sub>6</sub> – moravsko-slezský devon a spodní karbon (kulm), MS<sub>7</sub> – moravsko-slezský svrchní karbon, MS<sub>8</sub> – granitoidy silesika.

**Obr.1. 8 - Moravsko-slezská oblast – brněnský masív. [2]**

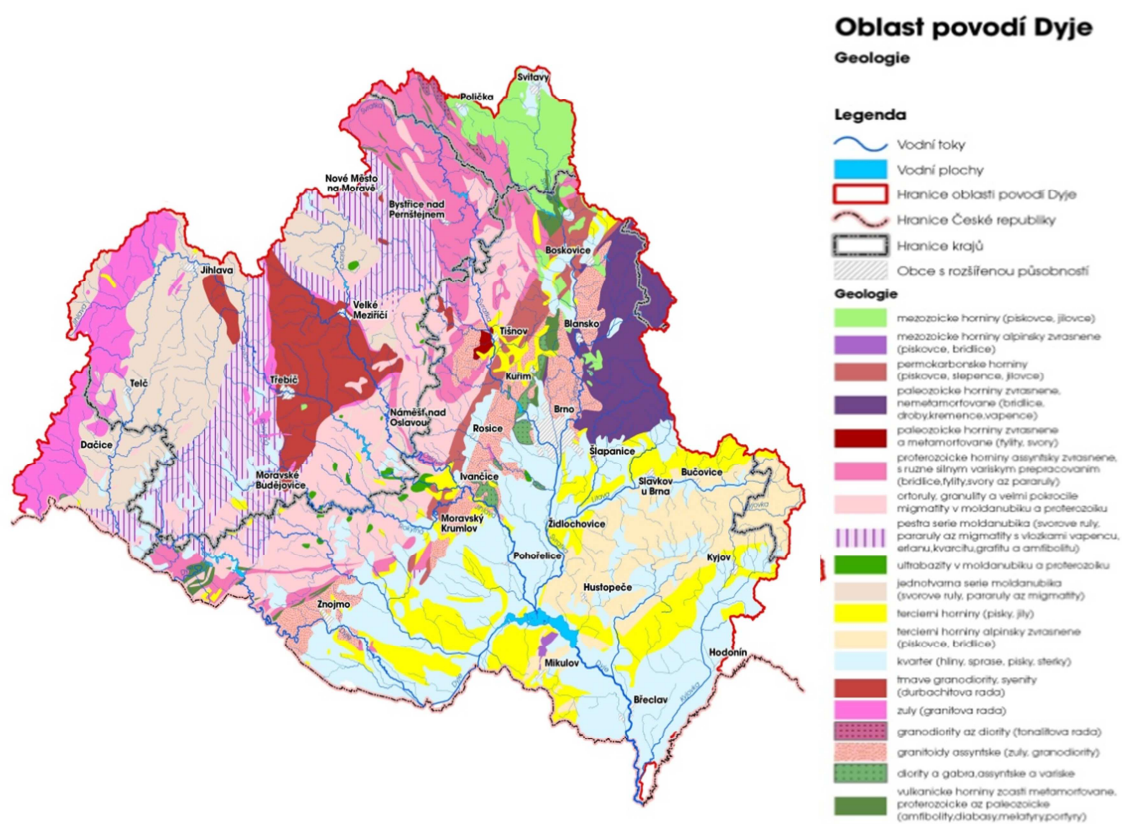
Brněnský masív spadá do jednotky Brunovistulikum, která je tvořena převážně hlubinnými magmatickými horninami různých typů (od granitů po bazické a ultrabazické horniny) a částečně metamorfované vulkanity, které jsou vzácnější. Brunovistulikum je považováno za původně samostatnou jednotku (mikrokontinent), která byla při variském vrásnění přiřčena k Českému masivu.[10]

Hlavním horninovým typem Brněnského masívu je granodiorit. Horniny jsou tektonicky porušeny, tudíž se nedají těžit ve velkých blocích. Mohou být použity pouze jako drcené kamenivo.[2]

V blízkém okolí Brněnské přehrady jsou poměrně významná naleziště rud. Například barevné rudy, zejména rudy zinku, olova, mědi, arsenu a antimonu byly těženy v okolí



Veverské Bítýšky, Šmelcovny a Tišnova. Železná ruda byla v minulosti těžena z okolí Lažánek, Šmelcovny a v jiných blízkých lokalitách.

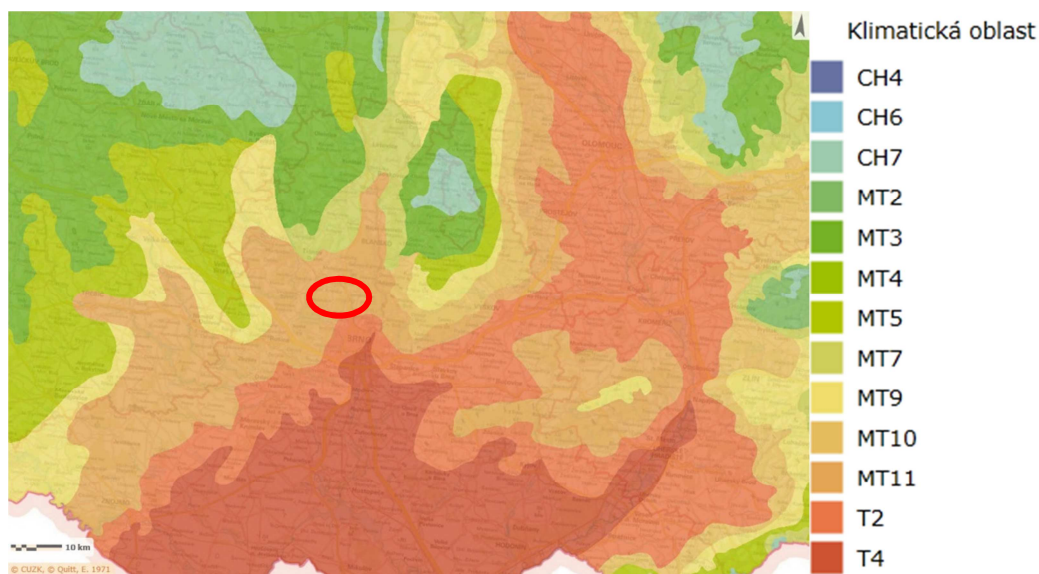


**Obr.1. 9 - Mapa geologie povodí Dyje [10]**

## 1.5. Klimatické poměry

V oblasti celého povodí Dyje jsou zahrnuty klimatické oblasti teplé, mírně teplé a okrajově i jedna oblast chladná. Mírně teplé oblasti se vyskytují zhruba v severozápadní polovině dílčího povodí. V jihovýchodní polovině území jsou potom zastoupeny teplé oblasti.

Sledovanému území odpovídá mírně teplá klimatická oblast MT 11, pro kterou je typické dlouhé léto, teplé a suché. Přechodné období je krátké s mírně teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.



**Obr.1. 10 - Klimatická mapa**

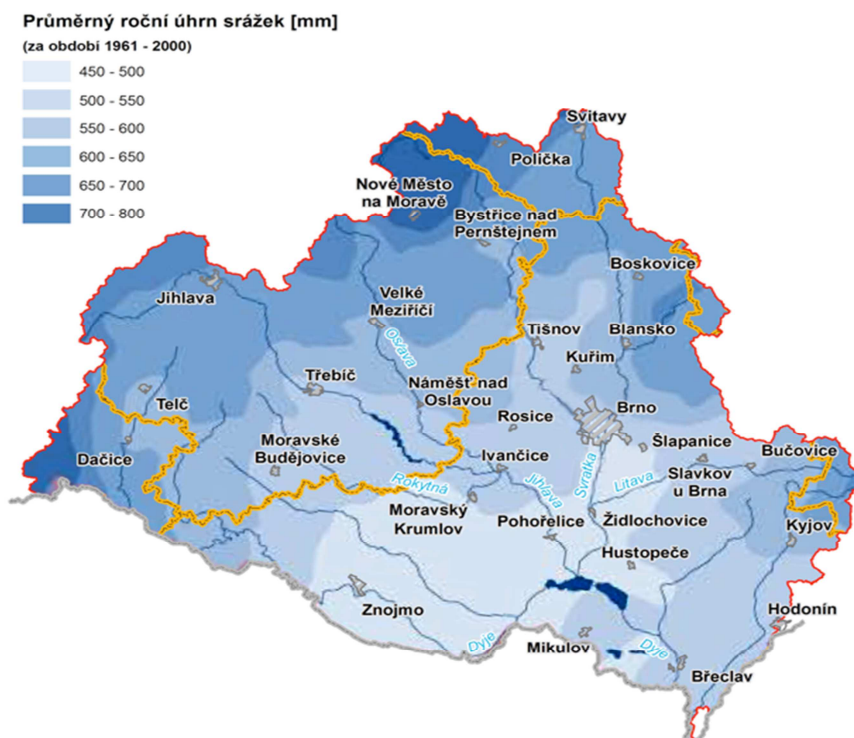
(Zdroj: <http://mapy.nature.cz> -digitální data; upraveno online)

**Tab. 2 - Charakteristika mírně teplé oblasti MT 11 dle Quitta. [5]**

	MT 11
počet letních dnů	40-50
počet dní s teplotou > 10°C	140-160
počet mrazových dnů	110-130
počet ledových dnů	30-40
průměrná teplota v lednu	-2- -3
průměrná teplota v dubnu	7-8
průměrná teplota v červenci	17-18
průměrná teplota v říjnu	7-8
počet dnů se srážkou >1 mm	90-100
srážkový úhrn ve vegetačním období	350-400
srážkový úhrn v zimním období	200-250
počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60
počet zatažených dnů	120-150
počet jasných dnů	40-50

## ***Srážkové poměry [10]***

Průměrný dlouhodobý úhrn srážek za období 1961–1990 činí pro dílčí povodí Dyje 590 mm. V dlouhodobém průměru je srážkově nejbohatší měsíc červen s úhrnem srážek 77 mm, následují měsíce květen a červenec se shodným úhrnem 70 mm. Na srážky nejchudší jsou měsíce únor a březen s dlouhodobým úhrnem srážek 33 mm. Jen nepatrně lepší je říjen, kdy dosahuje průměrný úhrn 36 mm. Průměrné roční úhrny srážek v dílčím povodí Dyje jsou znázorněny na obrázku 1.11.

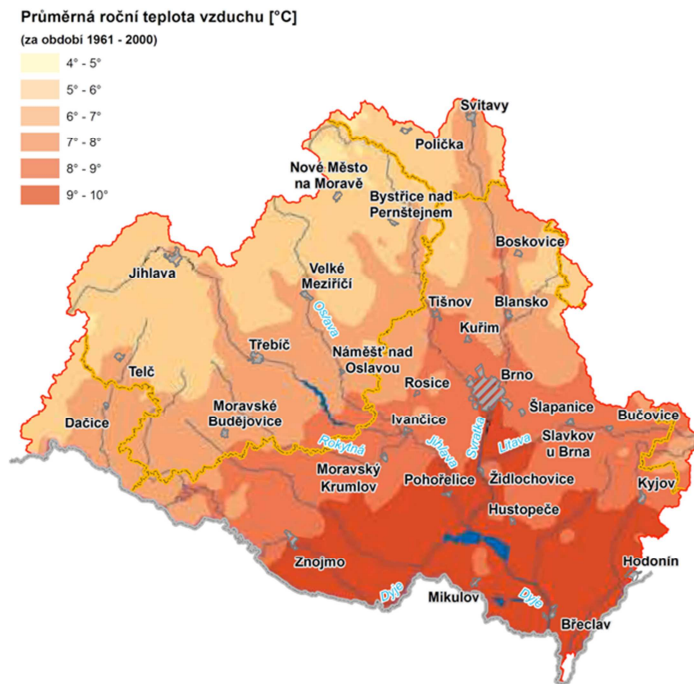


***Obr.1. 11 - Průměrný roční úhrn srážek***

## ***Teplotní poměry***

Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu v dílčím povodí Dyje je 7,8 °C, nejchladnějším měsícem je leden, s průměrnou dlouhodobou teplotou vzduchu -2,8 °C, nejteplejším měsícem je červenec, s průměrnou dlouhodobou teplotou vzduchu 17,5 °C.

Průměrné dlouhodobé roční teploty vzduchu v dílčím povodí Dyje znázorňuje obrázek 1.12.



**Obr.1. 12 - Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu**

## 1.6. Požadavky na odběr

Na toku Kuřimka nejsou zaznamenány žádné odběry povrchových vod pro lidskou spotřebu. Na toku jsou ale zaznamenány tři odběry podzemních vod pro lidskou spotřebu větší než  $500 \text{ m}^3 \cdot \text{měs}^{-1}$  nebo větší než  $6000 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ . První odběr je evidován v blízkosti svodnice zaústěné v ř. km 3,209, druhý odběr se nachází v ř. km 3,928, v blízkosti Batelovského potoka, který je levostranným přítokem Kuřimky a třetí odběr se nachází v blízkosti levostranného přítoku v ř. km 6,879. [1]

## 1.7. Čistota vod

Monitoring jakosti vody probíhá na řece Kuřimce v profilu Chudčice. Zdroji znečištění v současnosti nadále jsou odpadní vody z domácností (splašky) a splachy z hnojených zemědělských pozemků (průmyslová hnojiva, močůvka).

Potenciálním nebezpečím pro podzemní i povrchové vody je také skládka komunálního odpadu. V záplavovém území často leží černé skládky zeminy nebo stavební sutě.

Dle ČSN 757221 Jakost vod - klasifikace jakosti povrchových vod, jsou stanoveny imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod. (Tab. 3):

**Tab. 3 - Imisní standardy dle ČSN 757221 [27]**

Ukazatele	Značka	Obecné požadavky [mg/l]
Biologická spotřeba kyslíku	BSK <sub>5</sub>	6
Chemická spotřeba kyslíku	CHSK <sub>cr</sub>	35
Celkový fosfor	P <sub>c</sub>	0,2
Amoniakální dusík	N-NH <sub>4</sub>	0,5
Dusičnanový dusík	N-NO <sub>3</sub>	7

Na Kuřimce byly měřeny ukazatele imisních standardů v suchém a vodním období. Ukazatele výrazně překračují koncentrace v recipientu, které by při vypouštění odpadních vod neměly být překročeny (imisní limity). Od městského úřadu Kuřim byly převzaty naměřené ukazatele v ř. km nacházející se co nejbližší zájmového úseku. V Tab. 4 jsou uvedeny naměřené maximální hodnoty ukazatelů imisních standardů s příslušnou třídou jakosti povrchových vod.

**Tab. 4 - Třída jakosti povrchových vod dle ukazatelů imisních standardů [25]**

Období	Ukazatel	Staničení [ř.km]	Lokalita	Max. hodnota [mg/l]	Obecné požad. [mg/l]	Třída jakosti
Vodné	BSK <sub>5</sub>	8,543	Tyršova ul.	34	6	V
Vodné	CHSK <sub>cr</sub>	6,000	Knínice	37,5	35	III
Suché	P <sub>c</sub>	6,000	Knínice	0,33	0,2	III
Vodné	P <sub>c</sub>	6,000	Knínice	0,32	0,2	III
Suché	N-NH <sub>4</sub>	7,831	Pod Lučním pot.	0,93	0,5	III
Suché	N-NO <sub>3</sub>	6,000	Knínice	19	7	V
Vodné	N-NO <sub>3</sub>	6,000	Knínice	17,3	7	V

Jakost v toku dle naměřených ukazatelů odpovídá III. Třídě jakosti (znečištěná voda – zelená barva) a V. Třídě jakosti (velmi silně znečištěná voda – barva černá). Dle NV 71/2003 Sb. - stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod, spadá zájmový úsek do kaprových vod. Kaprové vody jsou vhodné pro život kaprovitých ryb (*Cyprinidae*) nebo jiných druhů, jako je štika (*Esox lucius*), okoun (*Perca fluviatilis*) a úhoř (*Anguilla anguilla*). NV 71/2003 Sb., stanovuje 13 ukazatelů pro kaprové i lososové vody, které je nutné monitorovat jedenkrát měsíčně. Ukazatelé by měli dosahovat přípustných nebo cílových hodnot.[26]

## 1.8. Průmysl

V mikroregionu Kuřimka je rozvinutá průmyslová výroba, která je soustředěna většinou ve městě Kuřimi. V blízkém okolí toku Kuřimky se nachází velmi mnoho průmyslových podniků, které jsou potenciálními znečišťovateli vody. Patří sem například podniky jako:

- TYCO - 21 - ELECTRONICS CZECH s.r.o.,
- TOS KUŘIM – OS a.s.,
- SLÉVÁRNA KUŘIM a.s.,
- KAMPOS s.r.o.,
- KULIČKOVÉ ŠROUBY KUŘIM a.s.,
- GOOS ENGINEERING spol. s.r.o.,
- ELEKTROBOCK CZ s.r.o.,
- ČOKOLÁDOVNY FIKAR s.r.o.,
- MICHL JOSEF ING – MOTORSPORT,
- DAHLHAUSEN CZ s.r.o. (tiskárna),
- Energo - servis spol. s.r.o.,
- Lesy města Brna spol. s.r.o.,
- Silnice Brno spol. s.r.o.,
- Walter s.r.o., ELQA,
- Prefa Kuřim a.s.,
- Gromathic s.r.o.,
- Investa International a.s.

V Kuřimi, Moravských Knínicích a Chudčicích se nachází několik drobných podniků. Jedná se především o soukromé podniky, mezi něž patří například soukromá stolařská provozovna, stolařství v areálu ZD Moravské Knínice, soukromé stolařství a pokrývačství, zámečnická výroba, topenářská a instalatérská firma Cibulka Stehno, soukromé sedlářství, ELKOL s.r.o. – elektromontážní firma, klempíř, vodoinstalace, autoklempíř, autoopravny, malíř-natěrač, veterinární lékař a stavební firma. Na katastrálním území obce Chudčice se nacházejí dva autokempy, které jsou potenciálními znečišťovateli vody: Autokemp BONANZA a OÁZA. Potencionálními znečišťovateli dále jsou i hotely, penziony, restaurace, pizzerie, Mateřské školy a Základní školy, které se nacházejí v blízkém okolí toku Kuřimky.[3]



## 1.9. Zemědělství [10]

Zemědělská půda tvoří 59,60 % plochy oblasti povodí Dyje a z toho orná půda je na ploše 47,63 % plochy oblasti povodí.

Nejvíce orné půdy je v kraji Jihomoravském a to 308 126 ha, tj. 83,3 % tamní zemědělské půdy, což představuje 57,95 % plochy z celkové orné půdy oblasti povodí. Na druhém místě je rozloha orné půdy v kraji Vysočina, kde je 179 847 ha orné, tj. 33,82 % z celkové orné půdy oblasti povodí Dyje. Trvalých travních porostů je nejvíce v kraji Vysočina, a to 46 291 ha, tj. 19,94 % zemědělské půdy v tomto kraji. V Jihomoravském kraji je 25 579 ha TTP, což je pouhých 6,92 % zemědělské půdy v tomto kraji. Na jižní Moravě jsou významné vinice, které jsou založeny na 17 812 ha půdy.

Rozloha zemědělské půdy a z toho jednotlivých kultur je uvedena v tabulce Tab. 5.

**Tab. 5 - Struktura zemědělské půdy v oblasti Dyje**

	<b>Plocha [ha]</b>	<b>% zemědělské půdy</b>	<b>% plochy povodí</b>
Orná půda	531 741	79,91	47,63
Sady, zahrady, vinice	44 988	6,76	4,03
Trvalé travní porosty	88 724	13,33	7,94
<b>Zemědělská půda celkem</b>	<b>665 453</b>	<b>100,00</b>	<b>59,60</b>

V oblasti povodí Dyje pracuje v zemědělství 22 949 pracovníků. Co se týká výrobního zaměření zemědělských subjektů, převažují subjekty s kombinovanou rostlinnou a živočišnou výrobou, kterých je celkem 4 520, s převažující rostlinnou výrobou podniká 3 055 subjektů a s převažující živočišnou výrobou 1 371 subjektů. Na jižní Moravě mírně převažují subjekty se zaměřením pouze na rostlinnou výrobu, těchto subjektů je 2 310, kombinovaný způsob hospodaření je zde u 2 206 subjektů.

**Tab. 6 - Nejvýznamnější pěstované plodiny v oblasti povodí Dyje**

<b>Plodiny</b>	<b>Plocha [ha]</b>	<b>% osevní plochy</b>
Obiloviny	298 034	62,35
Luskoviny	8 206	1,72
Brambory	9 116	1,91
Cukrovka	7 980	1,67
Technické plodiny	72 886	15,25
Přícniny	81 730	17,10
<b>Osevní plocha celkem</b>	<b>477 952</b>	<b>100,00</b>

Obiloviny se pěstují na více jak polovině plochy orné půdy v oblasti povodí Dyje, brambory se pěstují převážně na Českomoravské vrchovině, cukrovka na jižní Moravě.

Z technických plodin řepka se pěstuje téměř všude, slunečnice na jižní Moravě a len na Českomoravské vrchovině.

Nejvíce prasat a drůbeže se chová v kraji Jihomoravském kraji, a to 392 539 ks, tj. 60 % prasat a 3 735 586 ks, tj. 78 % drůbeže z celkového množství v oblasti povodí Dyje. V tomto kraji je největší intenzita chovu prasat v ČR, a to 141,6 ks prasat na 100 ha orné půdy, přičemž celostátní průměr je 105,1 ks prasat. [10]

Na sledované části toku se nenacházejí žádné zaznamenané významné plochy zemědělství. Na polích nacházejících se podél toku jsou pěstovány obilniny, kukuřice a řepka olejka.

V okolí se nenachází zemědělské budovy, které by mohli způsobit nějakou ekologickou havárii.

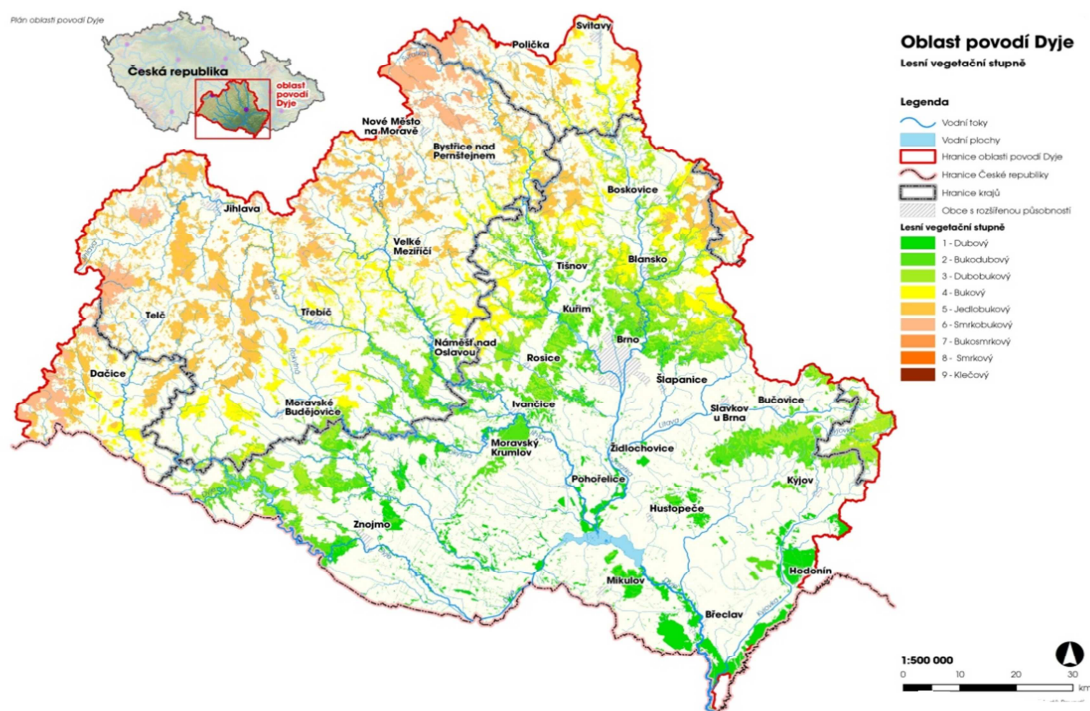
### **1.10. Lesnictví**

V dílčím povodí Dyje je zalesněno 27,4 % z celkové plochy oblasti, což je méně než celostátní průměr, který činí cca 33 %. Povodí Dyje zahrnuje kromě klečového stupně všechny druhy lesních vegetačních stupňů od nížinných luhů až po smrkové bučiny. Z přirozených lesních společenstev převládají jedlové bučiny s 23,7%. Dubové bučiny zaujímají podíl 20,3% a bučiny s bukovými doubravami mají podíl 17,5 % z celkové plochy.

Aktuální stav lesních porostů je z hlediska druhové skladby značně nepříznivý. V současné druhové skladbě dominují jehličnany se zastoupením více než 66 %. Převládá smrk ztepilý s majoritním podílem nad 47 %. U listnáčů má největší zastoupení dub s více než 12 %. V přirozené druhové skladbě lesních porostů by měl mít smrk zastoupení asi 30 %, listnáče by pak měly tvořit 70 %.

Značné rozdíly mezi přirozenou a současnou druhovou skladbou ohrožují plnění funkcí lesa. Vzhledem k nízkému stupni přirozené druhové skladby lesů jsou lesní porosty ohrožovány zvěří (okus, ohryz a loupání), hmyzími škůdci, imisemi a klimatickými jevy (vítr, sníh, námraza a sucho).[10]





*Obr.1. 13 - Lesní vegetační stupně [10]*

## 1.11. Rekreační využití

U toku Kuřimka jde o mělký tok, v němž teče přibližně 15-40 cm vody, není tedy vhodná pro vodáctví. Kolem řešeného úseku se nacházejí cyklistické stezky, které vedou po polní cestě. Regionální cyklotrasa IV. kategorie č. 5231 je vedena po stopách zrušených železničních tratí v úseku Brno – Mokrá Hora - Lelekovice - Podlesí - Kuřim - Moravské Knínice - Chudčice - Veverská Bítýška.

Nádrže se nacházejí pouze na přítocích Kuřimky, mají ale v posledních letech značné problémy s vodnatostí. Na Lučním potoku, který je pravobřežním přítokem Kuřimky v ř. km 7,882 se nachází rybník Srpek, který je řešen jako boční nádrž s dotací vody z Lučního potoka. Byl vybudován nejprve jako koupaliště. Po revitalizaci v letech 2009-2010 v něm vznikla litorální část ve tvaru poloostrova, která slouží k rozmnožování obojživelníků. Velikost vodní plochy je cca 1,5 ha. V současné době je využíván pro rybolov, odpočinek a v letním období slouží především ke koupání. Plní funkci krajinnotvornou a ekologicko-stabilizační. Na Batelovském potoce, který je levobřežním přítokem Kuřimky v ř. km 3,928, se nachází rybník Pod Kaplí o ploše cca 0,75 ha, který byl v minulosti vybudován pro závlahy a požární účely. V současné době slouží k rekreačním a rybolovným účelům.[26]



*Obr.1. 14 - Rybník Srpek (Foto Irena Lošťáková 2012)*

### **1.12. Energetické využití toku**

Vodní tok Kuřimka není po celé své délce energeticky využíván, jelikož v toku není dostatek vody.

### **1.13. Životní prostředí**

V mikroregionu se nepříznivě projevují vlivy zemědělské velkovýroby a intenzivní dopravy na především na komunikaci Brno – Tišnov. Donedávna byly problémem průmyslové závody v Kuřimi. Erozní ohrožení existuje na některých výrazně svažitých plochách orné půdy. Velkým limitem rozvoje mikroregionu je nekapacitní koryto říčky Kuřimky, protékající v podstatě celým zájmovým územím. Celkový stav životního prostředí má zlepšující tendenci.[3]

V Kuřimi kdysi bývala městská skládka, která byla zrekultivována v roce 1995. V Moravských Kníních se dříve také nacházela městská skládka, ale nebyly zjištěny informace, kde se nacházela a ani kdy byla zrekultivována. V současné době se v okolí toku Kuřimky nenachází žádná skládka nebezpečných odpadů, ostatních odpadů ani interních odpadů. Nejbližší spalovna odpadů je v Brně a to SAKO Brno a.s., která sídlí na ulici Jedovnická.

### 1.14. Charakteristika druhové skladby rostlin v okolí toku

Složení druhové skladby rostlin je určeno dle vlastních podkladů a pochůzky. Řeka Kuřimka protéká z převážné většiny zahrádkářskou kolonií, přes louky, pole a obytnou zónu, proto tyto nalezené rostliny nemusí být charakteristické pro výskyt v okolí vodního toku. Mohli být vysázeny lidmi nebo pomocí semen přenesených například ptačím trusem.

#### 1.14.1. Byliny

- kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*),
- kopřiva žahavka (*Urtica urens*),
- přeslička rolní (*Equisetum arvense*),
- řebříček obecný (*Achillea millefolium*),
- jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*) Obr. 1.18,
- kakost luční (*Geranium pratense*),
- jetel luční (*Trifolium pratense*) Obr. 1.15,
- děhel lesní (*Angelica sylvestris*),
- srha laločnatá (*Dactylis glomerata*)
- pcháč zeliný (*Cirsium oleraceum*),
- vlašovičník větší (*Chelidonium majus*),
- smldník jelení (*Peucedanum cervaria*),
- smetanka lékařská (*Taraxacum officinale*),
- hluchavka nachová (*Lamium maculatum*),
- lopuch menší (*Arctium minus*),
- netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) Obr. 1.16,
- topinambur (*Helianthus tuberosus*) Obr. 1.17.

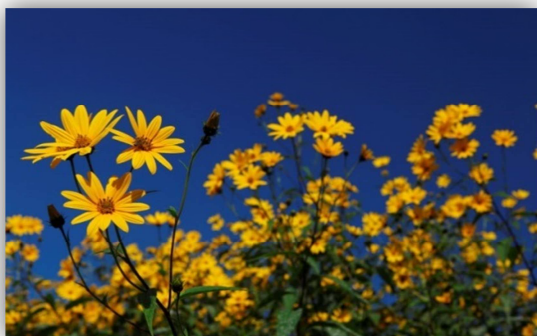


Obr.1. 15 - Jetel luční[11]



Obr.1. 16 - Netýkavka žláznatá[11]





**Obr.1. 17 - Topinambur[11]**



**Obr.1. 18 - Jitrocel kopinatý[11]**

### **1.14.2. Keře**

- javor tatarský (*Acer tataricum*),
- brslen evropský (*Euonymus europaeus*),
- líska obecná (*Corylus avellana*),
- bez černý (*Sambucus nigra*),
- hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*) Obr. 1.19,
- svída krvavá (*Cornus sanguinea*),
- střemcha obecná (*Prunus padus*),
- vrba nachová (*Salix purpurea*),
- vrba smuteční (*Salix chrysocoma*) Obr. 1.20,
- kalina (*Viburnum*) Obr. 1.21,
- habr (*Carpinus*),
- javor babyka (*Acer campestre*) Obr. 1.22.



**Obr.1. 19 - Hloh jednosemenný [11]**



**Obr.1. 20 - Vrba smuteční [11]**



*Obr.1. 21 - Kalina[11]*



*Obr.1. 22 - Javor babyka [11]*

### 1.14.3. Stromy

- olše lepkavá (*Alnus glutinosa*),
- topol bílý (*Populus alba*) Obr. 1.23,
- lípa velkolistá a malolistá (*Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*),
- lípa srdčitá (*Tilia cordata*),
- jilm habrolistý (*Ulmus minor*),
- javor mléč (*Acer platanoides*),
- jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) Obr. 1.24,
- dub letní (*Quercus robur*),
- dub zimní (*Quercus petraea*),
- vrba košíkářská (*Salix viminalis*),
- olše černá (*Alnus glutinosa*),
- solitérně vrba bílá (*Salix alba*).



*Obr.1. 23 - Topol bílý[11]*



*Obr.1. 24 - Jasan ztepilý[11]*

## **2. Revitalizace vodních toků**

### **2.1. Úvod**

Revitalizace (z latinského znovuoživení) je proces, při němž dochází k návratu vybraného krajinného prvku do přirozeného nebo přírodě blízkého stavu. Revitalizace může probíhat buď přirozenou cestou, nebo pomocí technických opatření.

Hlavní efekty revitalizace vodního toku:

- zvětšení biologicky aktivního povrchu,
- prodloužení doby průběhu vody,
- zvětšení aktuální zásoby vody v korytě,
- zvětšení zásoby nivní vody,
- tlumení průběhu velkých vod,
- posílení oživení koryta,
- zlepšení migrační prostupnosti,
- zlepšení samočistícího efektu,
- zlepšení vzhledu koryt a niv. [19]

### **2.2. Základní rozdělení revitalizačních opatření**

Technické úpravy zbavují koryta a nivy členitosti. Takto upravené vodní toky mají za následek rychlý odtok vody z povodí. Nevhodně upravené toky se nacházejí především v zemědělsky obdělávaných oblastech, kde v minulosti plnily meliorační funkci. Cílem revitalizací je tak obnovení různorodosti vodního prostředí a jeho schopnost vodu zadržet. Základní revitalizační úlohou je vytvoření koryta, které je oproti upravenému korytu členitější, méně zahloubené a má menší kapacitu. [23]

Každý návrh nového, revitalizovaného koryta by měl vycházet z úvahy o cílech, kterých má být v dané situaci dosaženo. Dosažitelné cíle se mohou v různých případech od sebe lišit. Při revitalizacích ve volné krajině je snaha co nejvíce se přibližovat přírodním předlohám, což znamená obnovovat v nivách širší potoční a říční pásy a v nich členitá koryta, která jsou mělká a průtokově málo kapacitní a podporují tlumivé rozlévání povodní do okolních niv. Revitalizace v zastavěných územích obnovují členitost koryt, avšak za respektování požadavku, kterým je prioritně protipovodňová ochrana stávající zástavby. Součástí revitalizací je obnova migrační prostupnosti potoků a řek pro vodní živočichy. [20]

### **2.3. Nevhodné úpravy v minulosti**

U napřímených nebo v minulosti jinak nevhodně upravených koryt vodních toků, u nichž jsou zachovány zbytky původního přirozeného koryta, např. slepá ramena, je při revitalizaci snaha o obnovu původního toku a jeho doprovodných porostů. V minulosti tyto úpravy vycházely často z představy, že je nutné především rychlé odvedení potencionálních

povodňových vod, aby byla zabezpečena protipovodňová ochrana dané lokality.

K nevhodným zásahům především na středních a dolních tocích řek však vedly také důvody hospodářské, čímž bylo snadnější obdělávání scelených pozemků, snadnější přístup do polních tratí aj. Mezi problematické úpravy vodních toků patří zejména výrazné změny směrového vedení trasy bez respektování obecně platných a uznávaných zásad úprav toků. Jedná se především o navrhování dlouhých přímých úseků i v oblastech, kde by mohly být meandry koryta částečně přirozeně zachovány, nebo by mohla být trasa navržena jako soustava protilehlých oblouků proložená mezipřímou. Napřímení toku v dlouhém úseku vede zpravidla k nutnosti návrhu technických stabilizací břehů z použití prefabrikátů, opěrných zdí nebo těžkého kamenného záhozu.

Přirozený vodní tok se vyvíjí zcela jinak. Potoční (říční) koryto mění tvar na základě přírodních podmínek, nebo na základě stavu porostů v nejbližším okolí toku. Výrazný vliv na vývoj toku mají především hydrologické poměry, kdy dochází k místním rozlivům, v bezdeštném období je voda soustředěna do nejhlubších partií koryta atd.

Návrh úplné revitalizace v minulosti nevhodně upraveného koryta, což znamená v celém rozsahu i s přiléhajícími pozemky k toku, bývá velkým problémem, především z prostorových důvodů. Pro přirozené plynutí toku je nezbytné vymezit dostatečně široký pás, ve kterém bude prostor jak pro samotnou trasu toku, tak i pro doprovodnou vegetaci a bude zde možnost rozlivu toku do okolí i při malých průtocích. Důležitým krokem je vyřešení majetkoprávních vztahů v okolí toku pro vymezení šířky koridoru. Podkladem pro úpravu mohou být staré historické a katastrální mapy. Provedená úprava by především měla splňovat požadavky, které jsou v souladu s krajinou.[24]

## **2.4. Zásady revitalizace**

Při revitalizaci se vychází z přírodních podmínek daného území s ohledem na ochranu a využití přirozených procesů. Nepřirozeně kapacitní koryto je nahrazeno přírodním, výrazně méně kapacitním korytem. Tato úprava je jedna z nejobvyklejších. Revitalizované koryto má hydromorfologické parametry přirozeného vodního toku dané směrem, sklonem, tvarem břehů apod. Příčný profil by měl mít nejlépe miskovitý tvar s nepravidelnými sklony svahů, kdy poměr šířky k hloubce je 3:1-10:1. Koryto je mělké, o průtočné kapacitě  $Q_{30d} - Q_1$  v nezastavěné oblasti. V podélném profilu je snaha o členitost, čímž se dosáhne střídáním klidových a proudových úseků. V místech mezi oblouky se navrhují peřeje a brody. U nárazových břehů oblouků je snaha o vytvoření tůní. V proudovém úseku se navrhují raději skluzy než například prahy a stupně. Revitalizované koryto toku má i významně větší drsnost.

K návrhu nového koryta se přistupuje v případech, kdy je původní koryto nevhodné, nelze je pro revitalizační úpravy použít a v dané lokalitě je dostatečný prostor pro vybudování nového koryta. Je vhodné, aby nová trasa koryta kopírovala průběh údolnice. Důležité je vytvořit podmínky vhodné pro meandrování toku, čímž se prodlouží délka toku a



dojde ke snížení podélného sklonu a větší členitosti podélného i příčného profilu.

Nezbytnou součástí je také návrh břehových a doprovodných porostů. Ty se navrhují podle vegetace, která se v dané lokalitě přirozeně vyskytuje. Výsadba nového vegetačního porostu by měla být provedena v návaznosti na stávající vegetaci.[19]

## **2.5. Revitalizace technického stavu koryt**

Technické úpravy zásadním způsobem omezily prostorový rozsah přirozených vodních prvků v krajině, členitost jejich tvarů a členitost proudění vody. Původně bohaté oživení přírodních koryt bylo nahrazeno podstatně chudším oživením, jaké nacházelo podmínky v prostředí upravených koryt. Vzhledem k rozsahu úprav potoků a řek to v měřítku krajiny znamenalo obrovské ztráty na rozsahu a bohatosti vodních ekosystémů. [21]

Revitalizace toků je také spojena s nutností technických zásahů v korytě i jeho okolí, má ovšem za cíl zpestřit morfologii a zvýšit druhovou pestrost prostředí. V některých případech úprav postačí pouze vytvoření vhodných prostorových a hydrotechnických podmínek pro zahájení samovolných revitalizačních procesů. V takovýchto lokalitách je možné se vyhnout nákladnému budování nové trasy. Postačí zde změna současného stavu upraveného koryta odstraněním opevnění, snížením kapacity koryta, případně umístěním dočasných pomocných usměrňovacích staveb (skluzy, prahy, stupně).

Důležitá je obnova lužních lesů. Lužní lesy jsou u nás jedním z nejpestřejších ekosystémů. Pro jejich existenci je nutné pravidelné zaplavování a vysoká hladina spodní vody, které je zásobují vláhou a důležitými živinami. Lužní lesy patří mezi nejproduktivnější území u nás, mají velký potenciál pro snadné a levné pěstování biomasy, a jsou také velmi významné jako přirozená protipovodňová ochrana. Pro obnovu lužních lesů je zapotřebí omezení zemědělského využití v blízkosti řek. Jedná se o obnovení funkční a prostorové vazby mezi vodním tokem a nivou. Další nezanedbatelnou součástí tohoto opatření je řešení majetkoprávních vztahů k těmto rozsáhlým plochám a k jejich způsobu využití.

U revitalizovaných toků je vhodné navrhnout biotechnické opevnění. Cílem tohoto opatření je zpevnit břehy toku a stabilizovat příčný profil koryta a také vytvořit břehový úkryt pro vodní živočichy (raky, úhoře, mníky a další). Technickým prvkem v tomto opevnění je zdravý lomový kámen. Kameny mohou být buď pod vodou, nebo vyčnívat nad vodu, čímž vytváří útočiště také pro suchozemské živočichy (obojživelníky, plazy, aj.). Hlavním, nejvhodnějším, a také nejčastěji používaným biologickým prvkem u biotechnických opevnění jsou keřové vrby, které je možno použít ve formě řízků, prutů, rohoží, zápletů aj.

Mikrobiotopy pro vodní živočichy vytvářejí osamělé kameny. Tyto kameny rozčleňují vodní prostředí a zvyšují jejich diverzitu a slouží také jako úkryt pro ryby. Velikost kamenů by měla být v odpovídajícím poměru k velikosti toku. Je vhodné použít kameny o větším objemu ( $0,5 - 1,0 \text{ m}^3$ ) a rozmístit je ve vzdálenosti 5 – 10 m od sebe. Balvany nesmí narušovat odtokové poměry a usměrňovat proud do břehu, což by mělo za následek vymílání

břehu. Balvany by měly být zhruba jednou třetinou svého objemu pod úrovní dna. Toto řešení je vhodné realizovat u větších toků s šířkou nad 5 m se stabilizovaným dnem.

Nepravidelným rozmístěním balvanů a kamenů ve dně koryta toku dochází ke zdrsnění dna. Zdrsnění dna se provádí na úseku o délce 10 – 20 m, kdy je velikost kamene zhruba 0,5 m. Kameny by měly vyčnívat 0,1 – 0,3 m nad úroveň dna. Účelem je rozčlenění toku a zpomalení průměrné rychlosti. Dalším důvodem je zvýšení provzdušnění a zlepšení okysličování, a tím i zvýšení samočistící schopnosti toku. Tohoto opatření není možné využít v případě šterkonosných toků a toků, které mají nestabilní dno.

V případě, že vlivem revitalizační úpravy toku může docházet k většímu ohrožení přilehlé oblasti povodňovými vodami, je vhodné vybudovat nízké odsazené hrázky, které vedou podél koryta toku. Tyto hrázky mají za úkol zabránit zaplavení okolního území a měly by být budovány s co nejmenším sklonem, aby se začlenily do okolní krajiny.

Dalším revitalizačním prvkem je boční výhon. Boční výhony mají význam u větších toků, které protékají úzkým údolím a mají tak sníženou možnost meandrování. Výhony usměrňují proud na břehy, které je potřeba narušit, aby tak docházelo k samovolným korytotvorným procesům. U tokových řek slouží boční výhon ke zvýšení členitosti břehové části. Nejstabilnější boční výhony jsou realizované z kamenů. Výhony by měli zasahovat do jedné třetiny až poloviny šířky koryta toku a jejich výška by měla být 0,2 až 0,3 m nad úrovní hladiny střední vody.

Požadavek proměnlivého podélného sklonu se střídáním prudších úseků s rychlejším prouděním a tišin se vyřeší za pomoci tůň v korytě. V době minimálních průtoků plní funkci útočiště pro vodní živočichy. Takovéto tůně by se měly navrhovat do míst s předpokládanou vysokou vymílací činností vody tak, aby se zajistila jejich dlouhodobá životnost.

Pro rybí osádku a další vodní živočichy je důležitým faktorem migrační prostupnost toku. Migrační neprůchodnost má negativní dopad na diverzitu toku. V případě, že se na toku vyskytují překážky bránící přirozenému tahu ryb proti proudu, dochází k fragmentaci rybí populace a k její možné degradaci. Z těchto důvodů je nutné věnovat konstrukcím bránícím v migraci vodních živočichů zvýšenou pozornost a případně je nahradit jiným vhodnějším opatřením.

Důležitým faktorem revitalizace je břehový a doprovodný porost. Na tyto porosty se nahlíží jak z hlediska jejich hustoty, tak z hlediska vhodnosti a původu druhového složení. Nedostatky ve vegetačním doprovodu se vyskytují spíše u upravených toků, kde je v mnohých případech nedostatečná hustota porostů nebo dřeviny chybí úplně.[12]

## **2.6. Balvanitý skluz**

Pod pojmem balvanitý skluz rozumíme spádový objekt na vodním toku překonávající rozdíl v niveletě horního a dolního dna. Skluzová plocha je rovinná nebo prostorově zakřivená.

V úpravách toků a především v rámci revitalizací toků se však používají většinou tzv. drsné balvanité skluzy, u nichž dochází k výraznému tlumení kinetické energie přímo na skluzu a které umožňují migraci vodních živočichů, především ryb.

Skluz tvoří nejčastěji velké balvany uložené v uměle vytvořené šikmině ve dně toku tak, aby tvořily co nejdrsnější povrch. Velikost výstupků ve dně je cca 30-40 cm. Balvany jsou uloženy na podsypových (filtračních) vrstvách kameniva, možné je i využití filtračních textilií.

Podle způsobu uložení kamenů lze odlišit tři varianty skluzu. První varianta je vytvořena pouhým nakupením balvanů (záhozu) v několika vrstvách do uvažovaného tvaru. Druhá varianta je tvořena skládáním balvanů v jedné vrstvě jako silniční štět (kameny skládané na výšku) na upravenou šikmou plochu. Třetí variantu představují umělé peřeje tvořené střídáním velkých balvanů s úseky složenými z menších kamenů.

Rychlost proudění na skluzu se většinou pohybuje mezi 1,0 - 3,0 m/s. Výška skluzu bývá nejčastěji do dvou metrů, více pouze zřídka. Sklon skluzu navrhujeme v rozmezí 1:6-12.

Dno skluzu, přechod skluz - říční koryto bývá mírně prohloubeno, tvoří miskovitý tvar.

Balvanitý skluz bývá často stabilizován štětovou stěnou zaraženou napříč tokem. Štětová stěna může být nejčastěji v horní části, nezřídka i v části dolní. Zpevňuje těleso skluzu a zabraňuje odvalení balvanů (kamenů), prodlužuje průsakovou dráhu pod konstrukcí aj. Místo štětové stěny je možno v horní, nátokové části, navrhnout zapuštěný „klín“ z balvanů, v případě potřeby prolitý betonem.

Podstatnou podmínkou pro budování balvanitého skluzu je užití lomového kameniva, nikoli balvanů z toku.[24]

### 3. Sedimentace

#### 3.1. Úvod

Sedimentace je pohyb dispergovaných částic disperzní soustavy, vyvolaný působením silového pole, při němž hraje roli mj. poměr hustot částice a disperzního prostředí, velikost a tvar částic, viskozita disperzního prostředí atd. [13]

Sediment z vodního toku či vodní nádrže vzniká prostou gravitační sedimentací (usazováním) erodovaných pevných částic, které jsou přirozeně unášeny vodou. Při poklesu rychlosti proudění dochází k přirozené sedimentaci unášených částic. Vzniklý materiál může mít povahu šterkopísků a písků v proudných úsecích toků, nebo až jílovitohlinitých až jílovitých substrátů v rybnících. Jde o přirozený děj, který je urychlován antropogenními zásahy do krajiny.

Důvodem kumulace sedimentů a zanášení dna jsou nadále přetrvávající splachy zemědělské půdy z okolí rybníků, vodních děl a toků. Nevhodné hospodaření v povodí způsobuje nadměrnou erozi, pronikání a usazování látek v rybnících a tocích. Sedimenty jsou ve velkých objemech do rybníků transportovány podle charakteru a stavu říční sítě a hospodářské činnosti v povodí a způsobují velmi rychlé zanášení méně proudných úseků povrchových vod.

Důsledkem ukládání sedimentů je postupné omezování až znemožňování vodohospodářských, biologických a ekologických funkcí vodních nádrží a toků. [14]

#### 3.2. Účel nádrží

Sedimentační nádrže slouží k usazování jemných částic a k předejití zanášení vodních nádrží. Protože je těžba usazených částic ve vodních nádržích složitá, navrhuje se tedy sedimentační nádrže, u kterých je odtěžení sedimentů mnohem jednodušší. Sedimentační nádrže se navrhuje na malých tocích, které se později vlévají do vodních nádrží.

Rychlost proudění vody u sedimentačních nádrží je menší než při proudění v toku a malé sedimenty se při této malé rychlosti proudění usazují na dno nádrže. Sedimenty se z těchto nádrží pravidelně odtěžují vhodnou technikou pro odtěžení sedimentů.

Částice, které se v sedimentačních nádržích usazují, se nazývají splaveniny. Splaveniny jsou jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují režim toku. Jsou to částice různého tvaru a velikosti, které pochází z povodí toku nebo vlastního koryta. Jsou přemisťovány proudící vodou. Jejich množství závisí na hydraulických vlastnostech a na podmínkách v korytě toku.

Podle druhu pohybu splavenin ve vodě se rozděluje na plaveniny a dnové splaveniny. Plaveniny jsou tuhé částice minerálního a organického původu, které jsou složkou turbulentního proudění vznášeny a přenášeny vodou. Dnové splaveniny jsou v trvalém nebo přerušovaném kontaktu se dnem a jsou charakterizovány jako tuhé částice pohybující se sunutím, válením po dně, poskakováním nebo v pohyblivých dnových útvarech.[28]

## 4. Posouzení kapacity toku

Stávající stav je posouzen na kapacitu koryta matematickým modelem. Výpočet stávajícího stavu proběhl na 11 příčných profilech získaných z Povodí Moravy, a.s.. Vzhledem k tomu, že z povodí byly poskytnuty podklady v ne moc dobrém stavu, byly tyto podklady na základě vlastního měření a prohlídky upraveny.

### 4.1. Matematický model 1D, HEC-RAS 5.0.0

Pro matematické vymodelování vybraného úseku toku je použit volně dostupný program HEC-RAS 5.0 (Hydologic Engineering Centers River Analysis Systém) [29], který byl vyvinut pro potřebu Ministerstva obrany USA.

Program HEC-RAS je počítačový program, který slouží k řešení jednorozměrných hydraulických výpočtů v přirozených i upravených korytech. Program obsahuje 4 moduly, a to Steady Flow (ustálené proudění), Unsteady Flow (neustálené proudění), Sediment Transport (transport sedimentů) a Water Quality (kvalita vody). Umožňuje také vykreslení podélného profilu, příčných řezů, prostorové vykreslení koryta, atd. Výpočtem se v jednotlivě zadáných profilech stanoví rychlost proudění, výška hladiny, sklon čáry energie, atd.

Kapacita vybraného úseku toku Kuřimka je řešena v modulu ustáleného proudění (Steady Flow), který řeší proudění přes objekty, výpočet průběhu hladiny v profilech říční sítě a proudění říční, bystřinné i jejich kombinace. Výpočet průběhu hladin je založen na metodě po úsecích a vychází z Bernoulliho rovnice. Metoda se využívá v případech, kdy se mění rychlosti a průtočné plochy po délce toku v jednotlivých profilech. K tomu dochází vlivem měnícího se sklonu dna, změnami drsností břehů a dna, a změnami samotných příčných řezů. Na úsecích vymezených profily dochází ke ztrátám energie vlivem místních ztrát a ztrát třením.



HEC-RAS 5.0.0

*Obr.4. 1 - Ikona programu HEC-RAS*

### 4.2. Vstupní data

Vstupní data stávajícího stavu byla získána z podkladů Povodí Moravy, a.s., která byla upravena na základě prohlídky a vlastního měření. Řešený úsek přibližně mezi ř.km. 0,212 - 0,312 má délku 99,88 m a je rozdělen 11 příčnými řezy na 10 základních úseků. Kóta dna nivelety na začátku úseku má hodnotu 228,21 m n.m. a v koncovém úseku 229,01 m n.m.. Průměrný sklon dna je 8,0 ‰.

Součinitel drsnosti ( $n$ ) byl volen zvlášť pro levý a pravý břeh i pro dno. Hodnota byla stanovena na základě osobní prohlídky zájmového území v porovnání s volně dostupnými katalogy drsností [15] a tabulkovými hodnotami [16].

Drsnosti jednotlivých úseků jsou uvedeny v následující tabulce (Tab.7). Pro zpřesnění výpočtů a zjištění rychlosti dále po toku byl do programu vynesena ještě profil ve staničení 0,29988, který byl samostatně zaměřen. Hodnota nadmořské výšky dna v tomto profilu byla vypočítána dle průměrného sklonu na známém úseku. Byly dopočítány i zbylé nadmořské výšky břehů a paty svahů v samostatně doměřeném profilu. Dále byly mezi staničením 0,09988-0,29988 po vzdálenosti 20 m programem interpolovány meziprofil. V tomto úseku se příčný řez příliš nemění, proto mohly být hodnoty interpolovány. V níže uvedené tabulce jsou ale uvedeny hodnoty pouze pro hlavní naměřené profily.

**Tab. 7 - Základní vstupní data**

Staničení [km]	Délka úseku [m]	Součinitel drsnosti ( $n$ )				
		inundace	LB	DNO	PB	inundace
0,00000 - 0,01226	12,26	0,048	0,048	0,03	0,048	0,048
0,01226 - 0,01964	7,38	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,01964 - 0,02827	8,63	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,02827 - 0,03751	9,24	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,03751 - 0,04253	5,02	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,04253 - 0,05231	9,78	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,05231 - 0,06226	9,95	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,06226 - 0,07071	8,45	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,07071 - 0,08850	17,79	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,08850 - 0,09988	11,38	0,048	0,023	0,023	0,023	0,048
0,09988 - 0,29988	200	0,048	0,04	0,031	0,04	0,048

### 4.3. Okrajové podmínky

Okrajové podmínky, jsou podmínky, při kterých výpočet realizujeme. Jako horní okrajová podmínka byly zadány N-leté a m-denní průtoky, které vychází z podkladu [22] a jsou uvedeny v Tab. 8. Dolní okrajová podmínka byla zadána jako „Normal Depth“ s průměrným podélným sklonem řešeného úseku.

**Tab. 8 - Okrajové podmínky**

$Q_m$ - m-denní průtoky [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]							$Q_N$ - N-leté průtoky [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]						
30	90	180	270	330	355	364	1	2	5	10	20	50	100
0,18	0,09	0,05	0,03	0,015	0,01	0,05	6	10	15	21	27	36	43

#### 4.4. Výstupní údaje

Výstupem z matematického modelu je průběh hladin v podélném profilu, vykreslení výšky hladin v jednotlivých profilech toku a ostatní hydraulické údaje. V Tab. 9. jsou uvedeny nadmořské výšky hladin pro vybrané m-denní a N-leté průtoky a červeně vyznačeny nadmořské výšky hladin, které vybřeží alespoň na jednom z břehů. V programu HEC- RAS je zjištěn nejméně kapacitní příčný profil, ve kterém hrozí největší riziko vybřežení vody z koryta. Nejméně kapacitním příčným profilem je profil PF 11 ve staničení 0,09988, v němž je hloubka vody v korytě okolo 1,11 m a šířka v hladině přibližně 7,82 m. Kapacitní průtok, který tento profil přenesl je  $Q_{kap}=5,68 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V Tab. 10 jsou pak shrnuty výsledné kapacity koryta.

**Tab. 9 - Hydraulické parametry stávajícího stavu**

Profil	Staničení	Profil Q	Q	Průt. plocha	Rychlost	Nadmořská výška dna	Nadmořská výška hladiny	Levý břeh	Pravý břeh
	[km]		[ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]	[ $\text{m}^2$ ]	[ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]	[m.n.m.]	[m.n.m.]	[m.n.m.]	[m.n.m.]
PF1	0,0000	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.05	0.20	228.21	228.23	229,16	229,42
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.19	0.47		228.28	229,16	229,42
		Q <sub>1</sub>	6.00	3.4	1.97		228.97	229,16	229,42
		Q <sub>5</sub>	45.00	24.1	3.13		229.96	229,16	229,42
		Q <sub>10</sub>	21.00	13.47	2.41		229.63	229,16	229,42
		Q <sub>50</sub>	36.00	20.65	2.89		229.85	229,16	229,42
PF2	0,01226	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.15	0.07	228.19	228.24	229,43	229,32
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.39	0.23		228.30	229,43	229,32
		Q <sub>1</sub>	6.00	4.54	1.32		229.13	229,43	229,32
		Q <sub>5</sub>	45.00	28.97	2.92		230.15	229,43	229,32
		Q <sub>10</sub>	21.00	9.35	2.61		229.61	229,43	229,32
		Q <sub>50</sub>	36.00	23.36	2.73		230.03	229,43	229,32
PF3	0,01964	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.03	0.40	228.32	228.33	229,75	229,43
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.14	0.65		228.36	229,75	229,43
		Q <sub>1</sub>	6.00	3.57	1.68		229.11	229,75	229,43
		Q <sub>5</sub>	45.00	26.25	3.3		230.18	229,75	229,43
		Q <sub>10</sub>	21.00	10.71	2.56		229.76	229,75	229,43
		Q <sub>50</sub>	36.00	20.90	2.85		230.05	229,75	229,43

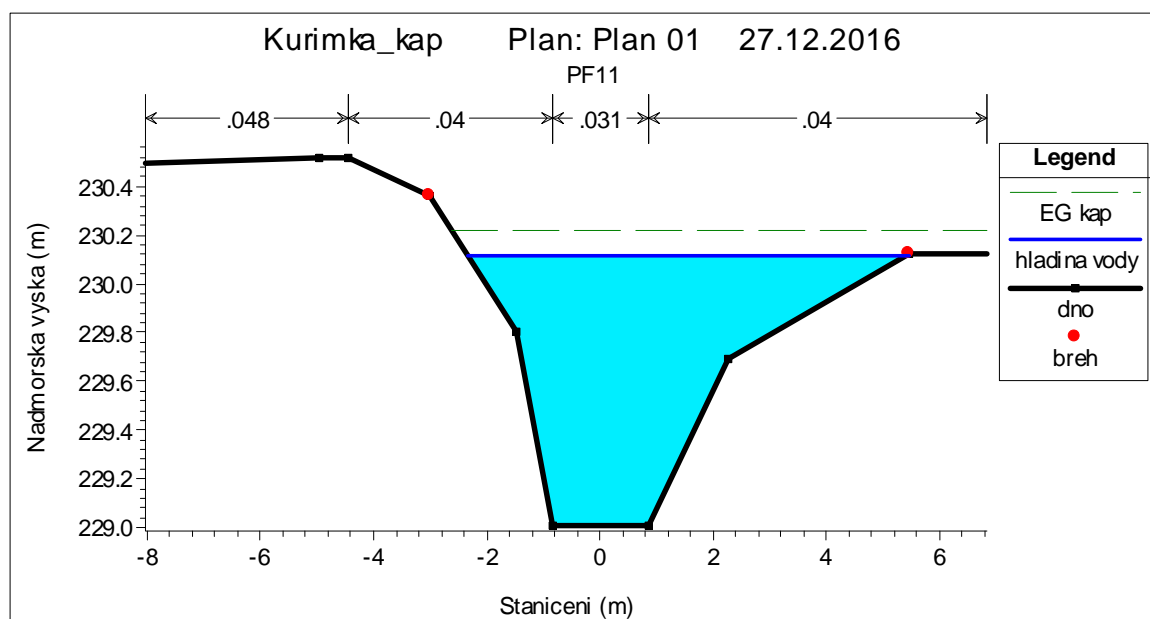
Profil	Staničení	Profil Q	Q	Prům. plocha	Rychlost	Nadmořská výška dna	Nadmořská výška hladiny	Levý břeh	Pravý břeh
	[km]		[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[m.n.m.]	[m.n.m.]	[m.n.m.]	[m.n.m.]
PF4	0,02827	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.08	0.13	228.32	228.36	229,87	229,51
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.22	0.41		228.42	229,87	229,51
		Q <sub>1</sub>	6.00	2.54	2.37		229.10	229,87	229,51
		Q <sub>5</sub>	45.00	38.99	2.71		230.36	229,87	229,51
		Q <sub>10</sub>	21.00	13.20	2.51		229.96	229,87	229,51
		Q <sub>50</sub>	36.00	33.03	2.50		230.28	229,87	229,51
PF5	0,03751	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.18	0.05	228.14	228.36	229,92	229,41
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.31	0.30		228.43	229,92	229,41
		Q <sub>1</sub>	6.00	2.46	2.44		229.16	229,92	229,41
		Q <sub>5</sub>	45.00	31.67	3.2		230.35	229,92	229,41
		Q <sub>10</sub>	21.00	22.16	1.86		230.16	229,92	229,41
		Q <sub>50</sub>	36.00	29.3	2.59		230.30	229,92	229,41
PF6	0,04253	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.02	0.48	228.36	228.40	229,92	229,62
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.12	0.75		228.46	229,92	229,62
		Q <sub>1</sub>	6.00	3.21	1.87		229.33	229,92	229,62
		Q <sub>5</sub>	45.00	30.87	3.00		230.36	229,92	229,62
		Q <sub>10</sub>	21.00	20.55	1.90		230.15	229,92	229,62
		Q <sub>50</sub>	36.00	27.46	2.63		230.30	229,92	229,62
PF7	0,05231	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.05	0.19	228.43	228.46	229,88	229,78
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.20	0.45		228.53	229,88	229,78
		Q <sub>1</sub>	6.00	3.20	1.87		229.37	229,88	229,78
		Q <sub>5</sub>	45.00	38.51	2.28		230.52	229,88	229,78
		Q <sub>10</sub>	21.00	21.9	1.70		230.20	229,88	229,78
		Q <sub>50</sub>	36.00	32.03	2.12		230.41	229,88	229,78
PF8	0,06226	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.22	0.04	228.35	228.46	229,89	229,67
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.42	0.22		228.55	229,89	229,67
		Q <sub>1</sub>	6.00	3.76	1.60		229.45	229,89	229,67
		Q <sub>5</sub>	45.00	31.57	2.98		230.46	229,89	229,67
		Q <sub>10</sub>	21.00	17.3	2.16		230.16	229,89	229,67
		Q <sub>50</sub>	36.00	26.14	2.76		230.36	229,89	229,67



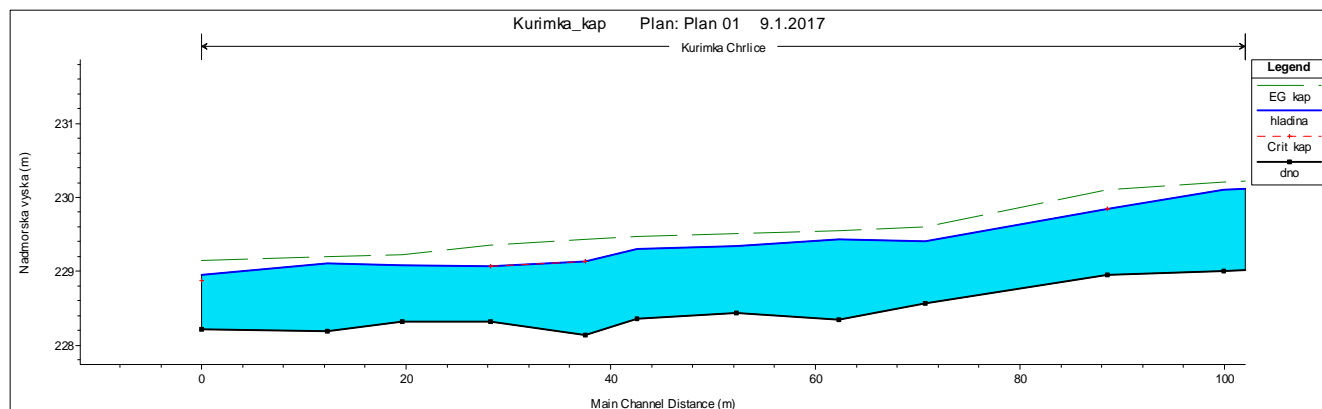
Profil	Staničení	Profil Q	Q	Prům. plocha	Rychlost	Nadmořská výška dna	Nadmořská výška hladiny	Levý břeh	Pravý břeh
	[km]		[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[m.n.m.]	[m.n.m.]	[m.n.m.]	[m.n.m.]
PF9	0,07071	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.02	0.43	228.56	228.57	230,07	229,68
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.13	0.72		228.61	230,07	229,68
		Q <sub>1</sub>	6.00	3.7	1.95		229.43	230,07	229,68
		Q <sub>5</sub>	45.00	25.86	3.5		230.50	230,07	229,68
		Q <sub>10</sub>	21.00	13.79	2.37		230.17	230,07	229,68
		Q <sub>50</sub>	36.00	22.12	2.81		230.40	230,07	229,68
PF10	0,0885	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.03	0.37	228.95	228.97	230,41	230,39
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.11	0.83		229.03	230,41	230,39
		Q <sub>1</sub>	6.00	2.65	2.27		229.87	230,41	230,39
		Q <sub>5</sub>	45.00	27.49	2.99		230.77	230,41	230,39
		Q <sub>10</sub>	21.00	15.33	2.35		230.47	230,41	230,39
		Q <sub>50</sub>	36.00	23.86	2.73		230.68	230,41	230,39
PF11	0,09988	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.06	0.17	229.01	229.04	230,36	230,12
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.22	0.41		229.13	230,36	230,12
		Q <sub>1</sub>	6.00	4.36	1.38		230.13	230,36	230,12
		Q <sub>5</sub>	45.00	17.79	3.10		230.92	230,36	230,12
		Q <sub>10</sub>	21.00	8.91	2.58		230.49	230,36	230,12
		Q <sub>50</sub>	36.00	15.18	2.88		230.79	230,36	230,12
PF12	0,29988	Q <sub>355d</sub>	0.01	0.05	0.21	230.21	230.23	231,56	231,33
		Q <sub>90d</sub>	0.09	0.18	0.49		230.31	231,56	231,33
		Q <sub>1</sub>	6.00	4.43	1.37		231.33	231,56	231,33
		Q <sub>5</sub>	15.00	9.87	1.77		231.72	231,56	231,33
		Q <sub>10</sub>	21.00	11.92	2.8		231.85	231,56	231,33
		Q <sub>50</sub>	36.00	16.86	2.56		232.17	231,56	231,33

**Tab. 10 - Výsledná kapacita koryta**

Staničení	Kapacita	Q <sub>N</sub>
[km]		[m <sup>3</sup> /s]
0,00000 - 0,01226	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,01226 - 0,01964	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,01964 - 0,02827	<Q <sub>5</sub>	15,0
0,02827 - 0,03751	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,03751 - 0,04253	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,04253 - 0,05231	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,05231 - 0,06226	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,06226 - 0,07071	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,07071 - 0,08850	<Q <sub>2</sub>	10,0
0,08850 - 0,09988	<Q <sub>1</sub>	6,0
0,09988 - 0,29988	<Q <sub>1</sub>	6,0



**Obr.4. 2 - Nejmeně kapacitní profil - km 0,09988  
(zdroj: HEC-RAS)**



**Obr.4. 3 - Průběh hladiny při  $Q_{kap}$**   
(zdroj: HEC-RAS)

## 4.5. Shrnutí

Výstupem programu je zjištění nejméně kapacitního profilu, který se nachází ve staničení 0,09988 km. Kapacitní průtok, který je tok schopen převést je  $5,68 \text{ m}^3/\text{s}$ , hodnota se přibližuje hodnotě jednoleté vody. Velikost jednoleté vody je  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Drsnosti dna jsou popsány v kapitole 4.2.

Nejméně kapacitní profil se nachází v místě, kde je navrženo rozšíření sedimentačního prostoru, tudíž přispěje ke zvýšení kapacitního průtoku.

## 5. Technická zpráva

### 5.1. Správní orientace

- **Jméno akce:** Revitalizace vybraného úseku vodního toku
- **Jméno toku:** Kuřimka
- **Celková délka toku:** 15,6 km
- **Katastr obce:** Kníničky
- **Kraj:** Jihomoravský
- **Okres:** Brno - venkov
- **Kilometráž zájmového úseku:** ř.km cca 0,212-0,312
- Tok spravuje povodí Moravy s.p., Dřevařská 11, Brno 601 75
- Číslo vodohospodářské mapy zájmového úseku je 24 – 32
- Číslo hydrologického pořadí pozorovaného úseku je 4-15-01-142

### 5.2. Úvodní část

Předmětem diplomové práce je zhodnocení současného stavu vodního toku Kuřimka a návrh revitalizace v řešeném úseku toku, který se nachází mezi ř. km 0,212 - 0,312 na katastrálním území Kníničky. Vodní tok Kuřimka se nachází v Jihomoravském kraji, severozápadně nad Brnem a jeho celková délka činí 15,6 km.

Pozemky dotčené úpravou jsou ve vlastnictví České republiky a právo hospodařit s majetkem má Povodí Moravy, s.p.. V katastru nemovitostí jsou tyto pozemky vedeny jako koryto vodního toku přirozeného nebo upravovaného.[17]

Hodnocení vychází z obhlídky a zhotovené fotodokumentace. Kapacita původního koryta byla provedena pomocí programu HEC-RAS, pomocí výpočtu průběhu hladin ustáleného nerovnoměrného proudění. Kapacitní průtok koryta činí 5,68 m<sup>3</sup>/s.

Cílem revitalizačního opatření bude návrh rozšíření sedimentačního prostoru, návrh balvanitého skluzu a výsadba vegetačního doprovodu.

### 5.3. Podklady

- Státní vektorová mapa M 1:1000 z Geoportálu CUZK [18]
- Řady průtoků [22]
- Fotodokumentace zájmového území
- Původní zaměření úseku

### 5.4. Popis stávajícího stavu

Zájmová lokalita se nachází v extravilánu, nedaleko přístaviště ve Veverské Bitýšce na katastrálním území Kníničky, na březích nově vybudované sedimentační nádrže, v prostoru

nad zaústěním řeky Kuřimky do řeky Svratky. Nádrž tvoří sedimentační prostor pro jemnozrnný materiál přinášený řekou Kuřimkou.

Na mapě (Obr. 5.1) je tento úsek znázorněný.



*Obr.5. 1- Vymezení zájmového úseku*

#### **5.4.1. Popis příčného řezu**

Podklady pro příčné řezy byly poskytnuty povodím Moravy, s.p.. Tyto podklady byly ale v ne moc dobrém stavu a tak byly na základě vlastního měření a prohlídky upraveny. Jak je vidět ve výkresové dokumentaci - Příloha č.3 – Příčné řezy, lze charakter řezů toku označit jako jednoduchý lichoběžník. Průměrná šířka koryta ve dně je 2,7 m. Kapacita koryta se nepravidelně mění, přičemž nejméně kapacitní koryto je ve staničení 0,09988, kde je navrženo rozšíření sedimentačního prostoru. Tento profil je kapacitní na průtok

$Q_{kap}=5,68 \text{ m}^3/\text{s}$ . V některých částech upravované části toku koryto nepřevede ani jedno-letou vodu. Vegetační doprovod bude upraven ve snaze co nejvíce obnovit původní vegetaci.

### **5.4.2. Podélný sklon**

Z podélného profilu (příloha č.4 – Přehledný podélný profil) vychází minimální sklon nivelety dna 0,4 ‰, maximální sklon 37,2‰. Vodní tok Kuřimka má mírný sklon dna, kdy průměrný sklon vychází na 8,0 ‰. Ve staničení 0,000 km je nadmořská výška dna toku 228,21 m n.m. a v koncovém profilu zaměření dle podkladů povodí v řezu PF11 ve staničení 0,09988 km je nadmořská výška dna toku ve výšce 229,01 m n.m.

## **5.5. Vlastní návrh úpravy**

### **5.5.1. Úvod**

Předmětem návrhu revitalizační úpravy je návrh rozšíření sedimentačního prostoru na toku Kuřimka. Sedimentační prostor je navržen v místech již stávající sedimentační nádrže, která se velmi rychle zanáší. Předpokladem pro již stávající nádrž bylo, že se její nanesené sedimenty budou těžit jednou za 5 let. Jak se ale ukázalo, sedimentační nádrž je již po 2 letech značně zanesena a bude se muset těžit mnohem častěji. Proto jsou v této práci po konzultaci se školitelem navrženy a vypracovány 2 varianty řešení tohoto prostoru.

Ve variantě A je uvažováno s ponecháním ostrovů. Varianta B uvažuje s odstraněním ostrovů, čímž dojde ke zvětšení sedimentačního prostoru.

### **5.5.2. Parametry sedimentačního prostoru**

Sedimentační prostor na toku Kuřimka se rozšiřuje v ř. km cca 0,312, v nejméně kapacitním průřezu zaměřeného území. Celková plocha zasažená tímto sedimentačním prostorem je 6220,02 m<sup>2</sup>. Svahy jsou ve sklonu 1:3, přičemž ostrůvky, které plní jednak funkci revitalizační a druhak slouží při rozdělování proudu za vyšších průtoků, mají sklony pohybující se v rozmezí 1:1,5 – 1:2.

Hloubka sedimentačního prostoru se po délce postupně zvětšuje. V místě, kde se bude sediment nejvíce usazovat je hloubka možného usazeného sedimentu 0,76 m a výška břehů sedimentačního prostoru 2,2 m. Podélný sklon dna je přibližně 9,6 ‰. Podélný řez sedimentačním prostorem je vyobrazen v příloze č.5.

### **5.5.3. Varianty řešení**

Byly vypracovány 2 varianty řešení. První varianta uvažuje se zachováním již navržených ostrovů, které plní funkci lepšího začlenění do krajiny. Ve druhé variantě je uvažováno s odstraněním těchto ostrovů, čímž se zvětší sedimentační prostor.

### 5.5.3.1. Popis varianty A

Ve variantě A jsou posouzeny realizované ostrovy, jejichž funkce se projevuje jako začlenění do krajiny. Tyto ostrovy mohou potenciálně sloužit jako stanoviště pro živočichy a ptactvo. Kromě revitalizačního významu mají také funkci rozdělování proudu při vyšších průtocích.

Objem sedimentačního prostoru pro tuto variantu činí přibližně 1229,56 m<sup>3</sup>. Přičemž ostrovy zaujímají objem přibližně 294,44 m<sup>3</sup> sedimentu. Jednotlivé ostrovy jsou pro lepší orientaci popsány v situaci (Příloha č. 2.1) písmeny A, B, a C. Ostrov označený jako A, se nachází nejbližší nátoku a zaujímá objem možných usazených sedimentů přibližně v hodnotě 105,63 m<sup>3</sup>. V procentuálním vyčíslení tento objem činí přibližně 8,59% celkového objemu sedimentačního prostoru pro tuto variantu s ostrovy. Dalším ostrovem po toku je ostrov B, který se nachází uprostřed sedimentačního prostoru a zaujímá objem možných usazených sedimentů v hodnotě přibližně 71,74 m<sup>3</sup>. Procentuálně je objem tohoto ostrova vyčíslen jako hodnota 5,83% z celkového objemu možných usazených sedimentů sedimentačního prostoru této varianty. Posledním stávajícím ostrovem v sedimentačním prostoru je ostrov označený v situaci jako ostrov s písmenem C. Tento ostrov se nachází u výtoku ze sedimentačního prostoru a zaujímá objem sedimentů v hodnotě 117,07 m<sup>3</sup>, což je procentuálně 9,52% objemu sedimentů této varianty a je tedy největším ostrovem, který se v tomto sedimentačním prostoru nachází. Objem sedimentu byl zjištěn pomocí inženýrského odhadu.

V rámci revitalizačních úprav je navržen i vegetační doprovod. Vegetačním doprovodem jsou především keřové vrby a travní směsy s odolnějším drnem a širší druhovou skladbou a dále pak i stromové patro. Vhodnými stromy, které lze u vodních toků a nádrží vysadit mohou být například topol osika, javor babyka, dub letní, olše lepkavá, bříza bílá nebo javor mleč. Mezi keře, které jsou vhodné k výsadbě v tomto území, mohou být použity především keřové vrby, mezi něž patří například vrba poříční nebo vrba košíkářská. Tyto vrby lze osázet i na břehy sedimentačního prostoru. Dalšími keři, které mohou být použity jako doprovodný vegetační porost, mohou být například líska obecná, bez černý, svída krvavá, brslen evropský nebo ptačí zob obecný.

Výsadba břehových porostů může být soustavně vysazována od hladiny  $Q_{150d}$  a tato hladina je ve výšce 0,60 m nad dnem. Vrbové prýty jsou proto soustředěně navrženy od této výšky v hustotě 1,0/0,25 m.

Na březích sedimentační nádrže je navržena také travní směs ve stejném složení jako na březích ostrůvku. Travní směs je navržena ve složení 30-60% lipnice luční, 10-20% kostřava červená a 10-20% jílek vytrvalý.

Technické řešení této varianty je vyobrazeno ve výkresové části, v příloze č 2.1.

### 5.5.3.2. Popis varianty B

Říčka Kuřimka ve většině svého toku protéká polní tratí s nedostatečnou stabilitou břehů. Vlivem erozí, jak větrných tak vodních, se tak do toku dostává poměrně velké množství sedimentů a splachů půdy, které se při menších rychlostech usazují na dně a tvoří nános sedimentů. Důsledkem ukládání sedimentů je postupné omezování až znemožňování vodohospodářských, biologických a ekologických funkcí vodních nádrží a toků.

Pokud hlavním účelem sedimentačního prostoru je zachycení sedimentů nesených tokem, potom se jeví logické v maximální míře rozšířit sedimentační prostor. Stávající sedimentační prostor se z hlediska rychlého zanášení jeví jako nedostatečný a tudíž je možností pro zvětšení jeho objemu odstranění ostrovů, čímž dojde ke zvětšení sedimentačního prostoru a prodloužení doby, kdy bude potřeba sedimenty z prostoru vytěžit. Objem sedimentačního prostoru, v němž se mohou sedimenty usazovat, činí přibližně 1524 m<sup>3</sup>.

Další možností je, že lze alternativně odstranit pouze část ostrovů. Pokud by 2 menší ostrovy byly zachovány a odstranil se pouze ostrov, který zabírá největší objem potencionálních usazených sedimentů, snížil by se objem usazovacího prostoru přibližně na 1346,63 m<sup>3</sup>, což je 88,36% celkového možného objemu usazeného materiálu. Největším ostrovem je ostrov označený v Příloze č. 2.1 písmenem C a jeho objem možných usazených sedimentů je přibližně 117,07 m<sup>3</sup>.

Další alternativou je odstranění ostrovů B, C a zachování pouze ostrova A. Ostrov A se nachází na vtoku do sedimentačního prostoru a může sloužit jako rozrážení proudu při vyšších průtocích. Objem sedimentů nádrže ostrova A by byl 105,63 m<sup>3</sup>. Hodnota celkového objemu sedimentů by při této alternativě činila 1418,37 m<sup>3</sup>, čímž by procentuálně hodnota z celkového možného objemu sedimentů klesla na zhruba 93,07 %.

Kdyby se zachoval pouze ostrov B, který leží uprostřed sedimentačního prostoru a jehož objem činí 71,74 m<sup>3</sup>, objem sedimentačního prostoru by byl 1452,26 m<sup>3</sup>. Tento ostrov by zaujímal 4,7 % objemu možného uložení sedimentů a celkově by tedy objem sedimentů tvořil 95,29% z celkového objemu možných uložených sedimentů. Ostrov B je nejmenším ze stávajících ostrovů a tudíž by nejméně zasáhl do zmenšení sedimentačního prostoru.

Vegetačním doprovodem jsou jako ve variantě A navrženy také stromy, keře a travní směsy s odolnějším drnem a širší druhovou skladbou. Vegetační doprovod se nikterak neliší od varianty A a je zcela stejný. Jsou zde také navrženy stromy jako například topol osika, dub letní nebo olše lepkavá. Jako keře jsou opět podle mého názoru nejvhodnější především keřové vrby, mezi něž patří například vrba košíkářská nebo vrba poříční, které se rychle rozšiřují kořenovými výmladky a mají dobrou zpevňovací schopnost svahů. Dalšími keři, které mohou být použity na břehu, jsou například líska obecná, bez černý, svída krvavá, brslen evropský nebo ptačí zob obecný. Vrbové prýty jsou i v této variantě soustředěně navrženy od hladiny Q<sub>150d</sub> v hustotě 1,0/0,25 m.

Travní směsy lze použít na březích sedimentační nádrže ve stejném složení jako ve variantě A a to 30-60% lipnice luční, 10-20% kostřava červená a 10-20% jílek vytrvalý.



Technické řešení této varianty bez ostrovů je vyobrazeno ve výkresové části, v příloze č. 2.2. V případně alternativy se zachováním některého z ostrovů je rozmístění ostrovů vyobrazeno v příloze č. 2.1.

### **5.5.3.3. Shrnutí**

Z výpočtů vyplývá, že rozdíl mezi variantami A a B v objemu případných usazených sedimentů je přibližně 294,44 m<sup>3</sup>, což je objem ostrovů.

Vzhledem k nutnosti sedimenty pravidelně těžit by odstraněním všech ostrovů, alternativně zachováním některého z ostrovů byla periodičita těžení snížena a tudíž i náklady na těžbu sedimentů ze sedimentačního prostoru. Také vzhledem k tomu, že prostor je nutno pravidelně těžit, by ostrovy mohli být překážkou pro těžební techniku i v případě že by se správce toku, kterým je Povodí Moravy, a.s., rozhodl těžit sedimentační prostor po částech, například u výtoku ze sedimentačního prostoru je předpoklad že se zde budou sedimenty usazovat mnohem častěji než například na vtoku kde je rychlost proudění vyšší.

### **5.5.4. Vtok**

Na vtoku do sedimentačního prostoru je navržen balvanitý skluz.

Dno nad vtokem je v nadmořské výšce 229,01 m n. m. a ve spádu 1:6 vytvořen přechod na dno sedimentační nádrže v nadmořské výšce 228,25 m n. m..

Balvanitý skluz je navržen na místě stávajícího balvanitého skluzu. Při své výšce 0,76 m je objekt významným stupněm v rámci přechodu na dno nádrže.

Účelem zařazení tohoto objektu mimo přechod na dno nádrže je také, vzhledem k jeho velké drsnosti skluzové plochy, provzdušnění proudu vody a i to, že umožňuje migraci vodních živočichů, především ryb.

Balvanitý skluz je navržen v lichoběžníkovém profilu, ve sklonu 1:6. Sklony břehů tohoto lichoběžníkového profilu jsou ve sklonech 1:1,5 a 1:4. Balvanitý skluz se skládá z vlastní skluzové plochy zhotovené z lomového kamene o maximální velikosti kamene do 0,4 m. Na konci skluzové plochy je dno prohloubeno, čímž slouží jako vývařiště pro tlumení kinetické energie. Je navrženo i opevnění svahů břehů nad balvanitým skluzem, protože s vlastní prohlídky bylo zjištěno výrazné poškození svahů nad stávajícím balvanitým skluzem. Opevnění je navrženo jako oživená kamenná rovnánina.

Technické řešení balvanitého skluzu je vyobrazeno ve výkresové části, v příloze č. 7 a hydrotechnické výpočty jsou popsány v kapitole 6.3.

### **5.5.5. Zpevnění paty**

V místě vtoku do sedimentačního prostoru je navrženo zpevnění paty svahu. Pata svahu je opevněná kamenným záhozem o hmotnosti kamene 200 - 300 kg. Opevněním paty se předejde k vymílání, ke kterému by později mohlo dojít.

### **5.5.6. Stabilizace břehů**

V rámci revitalizačních úprav je navržen i vegetační doprovod, který působí pozitivně na stabilitu břehů. Jedná se o výrazné vysazení vegetačního doprovodu, především keřové vrby a travní směsy s odolnějším drnem a širší druhovou skladbou. Dle mého názoru by bylo nejlepší vysadit vrbu poříční, která má dobrou odolnost vůči kolísání hladiny a dobrou zpevňovací schopnost břehů. Výsadba břehových porostů může být soustavně vysazována od hladiny  $Q_{150d}$ . Vrbové prýty jsou proto soustředěně navrženy od této hladiny v hustotě 1,0/0,25 m. Travní směs je navržena ve složení 30-60% lipnice luční, 10-20% kostřava červená a 10-20% jílek vytrvalý. Svahy na nichž bude výsadba provedena, jsou ve sklonu 1:1,5 - 3.

Svah sedimentačního prostoru na levém břehu je opevněn mimo jiné také z důvodu toho, že se zde nachází sloup nadzemního vedení. Opevnění je navrženo jako kamenný zához, který zabrání k poškození při vyšších průtocích.

V budoucnu je možno břehy stabilizovat také například zápleťovým plůtkem. Z vlastního šetření a pochůzky bylo zjištěno, že vlivem klesající a stoupající hladiny při různých průtocích vznikají na svazích sedimentačního prostoru malé abrazní sruby. Abraze vzniká i na již stávajících ostrovech a nebylo by na škodu také tyto ostrovy opevnit zápleťovým plůtkem.

### **5.5.7. Odtok ze sedimentačního prostoru**

Na odtoku ze sedimentačního prostoru je navržen příčný práh. Dno v nádrži je v nadmořské výšce 227,45 m n. m. Horní hrana prahu je ve výšce 228,21 m n.m..

Prah v úrovni odtoku je tvořen kulatinou o průměru 0,3 mm a délce 4 m. Kulatina je zapuštěna do svahu ve sklonu 1:2 a 1:1 a je zabezpečena pomocí dvou pilot o průměru 0,2 m a délce 1,5 m. Z hlediska stability břehů je navržen kamenný zához v tloušťce 0,5 m.

Detail příčného prahu je vyobrazen ve výkresové části jako příloha č. 8.

### **5.5.8. Odtěžování nádrže**

Při návrhu bylo předpokládáno, že prostor bude pravidelně odtěžován v závislosti na výšce sedimentů dopravovaných řekou Kuřimkou. Správcem celého povodí je Povodí Moravy, s.p., které bude sedimenty pravidelně těžit. Z hlediska velkého zanášení sedimentačního prostoru je předpoklad těžení sedimentů každý druhý rok.

V rámci stávající sedimentační nádrže nebyl navržen sjezd pro příjezd odtěžovací techniky, proto jsem pro snadnější přístup technologie navrhla sjezd do prostoru. Sjezd je součástí břehového opevnění a je ve sklonu 1:6. Sjezd je také zpevněn kamennou dlažbou o hmotnosti kamene 200-300 kg. Kamenný sjezd do sedimentační nádrže má šířku 5 m.

Jednou z možností je odtěžování pouze části sedimentačního prostoru. V tomto případě se jeví jako lepší varianta B, kde se uvažuje s odstraněním ostrovů, protože by tyto ostrovy při těžení mohly tvořit překážku.

Odtěžování nádrže by bylo vhodné provádět za menších průtoků, ke kterým dochází na podzim, kdy v toku neteče téměř žádná voda. Tento stav můžeme vidět na fotografiích (Obr.5.2 a Obr.5.3), které byly pořízeny v tomto období, konkrétně 27.10.2016.



***Obr.5. 2 - Sedimentační prostor***



***Obr.5. 3 - Sedimentační prostor***

## 6. Hydrotechnické výpočty

### 6.1. Úvod

Stávající stav je posouzen na kapacitu koryta pomocí matematického modelu HEC-RAS. Výpočet proběhl na 12 příčných profilech, které byly upraveny dle vlastního doměření.

Dále byly vypočteny vzorce pro rychlosti v korytě dle různých autorů, které neuvažují s drsností koryta a posouzeny s výpočtem podle Chezyho, který ve výpočtu s drsností koryta uvažuje. Dalším výpočtem je posouzení navrženého balvanitého skluzu.

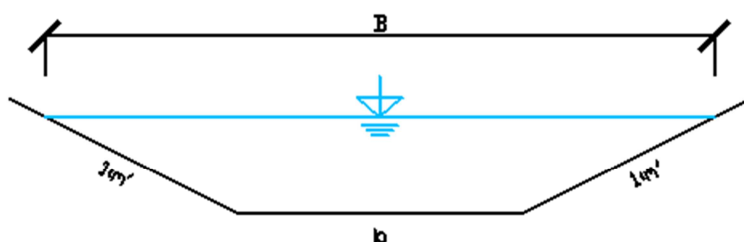
### 6.2. Výpočet rychlostí v korytě dle různých autorů

Z hlediska toho, že není známá drsnost koryta a byla stanovena pouze na základě osobní prohlídky zájmového území v porovnání s volně dostupnými katalogy drsností[15] a tabulkovými hodnotami [16] je součástí této práce i posouzení rychlostí dle různých autorů. Tito autoři na rozdíl od Chezyho výpočtu rychlosti neuvažují ve výpočtu rychlostí s drsností koryta.

#### 6.2.1. Vstupní data

$h = 1,11 \text{ m}$   
 $R = 0,72 \text{ m}$   
 $i = 0,008$   
 $b = 2,77 \text{ m}$   
 $B = 7,21 \text{ m}$   
 $c = 23,65 \text{ m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$

#### 6.2.2. Schéma



### 6.2.3. Výpočet [29]

#### Chezy

$$v = C\sqrt{Ri} \quad (6.1)$$

$$v = 1,79 \text{ m/s}$$

#### Hessle

$$v = 25(1 + 0,5\sqrt{R})\sqrt{Ri} \quad (6.2)$$

$$v = 2,69 \text{ m/s}$$

#### Hermanek

$$h < 1,5 \text{ m} \quad v = 30,7h\sqrt{i} \quad (6.3)$$

$$v = 3,05 \text{ m/s}$$

$$R < 1,5 \text{ m} \quad v = 30,7R^{10}i^{0,5} \quad (6.4)$$

$$v = 0,1 \text{ m/s}$$

#### Christen

$$v = 32\sqrt{hi}^8 \sqrt{\frac{B}{2}} \quad (6.5)$$

$$v = 3,54 \text{ m/s}$$

#### Matakiewicz

$$h_{st} = \frac{A}{B} \quad (6.6)$$

$$h_{st} = 0,77 \text{ m}, \quad h_{st} < 4,5 \text{ m} \quad i < 0,016$$

$$v = 35,4h_{st}^{0,7}i^{0,493+10i} \quad (6.7)$$

$$v = 1,85 \text{ m/s}$$

#### Linboe

$$v = 23,781h^{0,776}i^{0,458} \quad (6.8)$$

$$v = 2,82 \text{ m/s}$$

## Bretting

$$R < 1,1 \text{ m} \quad v = 31,7 R^{1,02} i^{0,5} \quad (6.9)$$

$$v = 2,02 \text{ m/s}$$

## Jarrett

$$v = 3,81 R^{0,83} i^{0,12} \quad (6.10)$$

$$v = 1,62 \text{ m/s}$$

## Maltas

$$v = 4,054 R^{0,707} i^{0,194} \quad (6.11)$$

$$v = 1,25 \text{ m/s}$$

### 6.2.4. Závěr

Hodnota rychlosti dle výpočtu Chezyho je  $v = 1,79 \text{ m/s}$ . Největší odchylku od této ve výpočtu použité hodnoty vykazuje výpočet dle Christena, dle něhož vyšla rychlost  $v = 3,54 \text{ m/s}$ , což je hodnota přibližně 2x tak větší než dle Chezyho. Naopak nejvíce se přibližuje výpočet dle Matakiewiczze, jehož hodnota rychlosti vyšla  $1,85 \text{ m/s}$ . Z výpočtu a posouzení vyplývá, že hodnoty výpočtu rychlostí dle různých autorů, kteří neuvažují z drsností koryta, se většinou pohybují přibližně ve stejných hodnotách jako dle Chezyho, který ve výpočtu s drsností koryta uvažuje.

## 6.3. Výpočet balvanitého skluzu

### 6.3.1. Hydraulický výpočet kapacity přepadu na balvanitém skluzu

V lichoběžníkovém profilu koryta je navržen balvanitý skluz. Lichoběžníkový tvar koryta je po celé délce skluzu. Základním vztahem pro výpočet kapacity lichoběžníkového přepadu je vzorec:

$$Q = \sigma \cdot A \cdot K \cdot M \cdot b_1 \cdot h_0^{3/2} + \sigma' \cdot \frac{4}{5} \cdot M' \cdot m' \cdot h_0^{5/2} \quad (6.1)$$

$\sigma$	součinitel zatopení, $\sigma=1$
$A$	součinitel půdorysného uspořádání koruny přelivu, $A=1$
$K$	součinitel bočního zúžení přelivného otvoru, $K=1$
$M$	součinitel přepadu, $M=1,65$

$h_0, h_0'$	přepadová + rychlostní výška $h_0=h+k$ (Bernouliho rovnice) $k= v_1^2/2g$
$v_1$	rychlost proudění v přítokové trati
$\sigma'$	součinitel zatopení nad skloněnými bočními plochami
$M'$	součinitel přepadu nad skloněnými bočními plochami, $M'=1,68$
$m'$	$\cotg \alpha'$ (sklon svahů v šikmé části)

### 6.3.2. Posouzení stability skluzové plochy

Z hlediska požadavku na tlumení kinetické energie musíme balvanitý skluz posoudit na stabilitu kameniva na skluzu. Na správně navrženém objektu nesmí dojít k vymílání kameniva z konstrukce skluzu. Vymílací rychlost posoudíme se spočítanou střední profilovou rychlostí na skluzu.

Pro stabilní plochu platí vztah:

$$v_{sv} = 6,8 \cdot D^{1/3} \cdot h^{1/6} \cdot C_s^{1/2} \quad (6.2)$$

$$v_s < v_{sv} \quad (6.3)$$

$v_s$	střední profilová rychlost na skluzu
$v_{sv}$	vymílací rychlost na skluzu dovolená pro daný kámen, hloubku a sklon
$D$	největší rozměr kamene
$H$	hloubka vody na skluzu(m) v nejnamáhavějším profilu

Součinitel vlivu sklonu skluzu na stabilitu kamene lze vypočítat dle vzorce (6.4) nebo je také možnost vycházet z následující tabulky(Tab.11) podle sklonu skluzové plochy:

**Tab. 11 - Závislost součinitele na sklonu**

sklon skluzu	$C_s$
1:6	0,8083
1:8	0,8562
1:10	0,885
1:12	0,9041

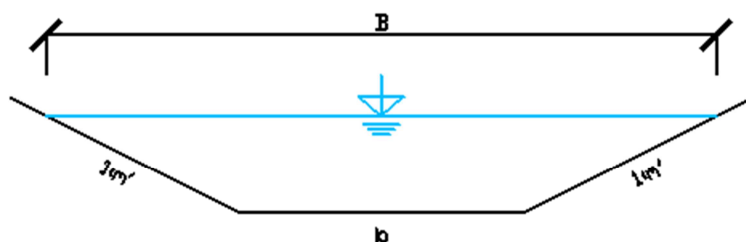
$$C_s = \left( \frac{tg\phi - tg\alpha}{tg\phi} \right) \quad (6.4)$$

$\phi$	úhel vnitřního tření balvanitého skluzu), $\phi=41^\circ$
$\alpha$	sklon skluzové plochy

### 6.3.3. Vstupní data

hloubka vody na přítoku		h=	1,11	m
výška balvanitého skluzu		p=	0,76	m
součinitel zatopení		$\sigma$ =	1	-
součinitel půdorysného uspořádání		A=	1	-
součinitel zúžení		K=	1	-
součinitel přepadu		M=	1,65	-
		$\sigma'$ =	1	-
		M'=	1,68	-
sklon svahů	1:2	m <sub>svah</sub> =	2	-
šířka koryta ve dně		b=	2,77	m
šířka koryta v hladině		B=	7,3	m
drsnost		n=	0,04	
sklon koryta		i <sub>podel</sub> =	8	‰

### 6.3.4. Schéma



### 6.3.5. Výpočet

h[m]	O[m]	S[m <sup>2</sup> ]	R[m]	c[m <sup>0,5</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	v[m·s <sup>-1</sup> ]	Q[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
1,11	7,734	5,539	0,716	23,647	1,790	9,914

rychlostní výška	$k=v^2/2g$	k=	0,163	-
	$h_0=h+k$	$h_0$ =	1,273	m

$$Q = \sigma \cdot A \cdot K \cdot M \cdot b_1 \cdot h_0^{3/2} + \sigma' \cdot \frac{4}{5} \cdot M' \cdot m' \cdot h_0^{5/2}$$

$$Q_{\text{kap}} = 11,48 \text{ m}^3/\text{s}$$



### 6.3.6. Stanovení rychlosti na skluzu

největší rozměr kamene	D=	0,4	m
sklon skluzu	m <sub>skluz</sub> =	1:6	
součinitel vlivu sklonu dle tabulek	c <sub>s</sub> =	0,8083	-
drsnost skluzu	n <sub>skluz</sub> =	0,2	-
hloubka vody	h=	1,11	m
výška balvanitého skluzu	p=	0,76	m
rychlost zjištěná matematickým modelem HEC-RAS	v <sub>s</sub> =	2,21	m·s <sup>-1</sup>

### 6.3.7. Stanovení vymílací rychlosti

$$v_{sv} = 6,8 \cdot D^{1/3} \cdot h^{1/6} \cdot C_s^{1/2}$$

$$v_{sv} = 4,58 \quad \text{m/s}$$

#### Porovnání rychlosti na skluzu:

v <sub>s</sub>	<	v <sub>sv</sub>	
2,21	<	4,58	=> <b>VYHOVUJE</b>

## **7. Návrh vegetačního doprovodu**

### **7.1. Úvod**

Návrh vegetačního doprovodu je velmi důležitým aspektem při návrhu revitalizací. Základem je vitální, druhově pestrý, prostorově stabilizovaný břehový porost, čímž jsou dřeviny a byliny sublitorálního a eulitorálního pásma. Na břehový porost navazuje porost doprovodný, který se mírně liší v plnění svých základních funkcí. U menších a středních toků mnohdy břehové a doprovodné porosty splývají. U toků v lužních lesích pak za břehové porosty mnohdy označujeme i dřeviny prosperující dále od břehové hrany. Zde je rozhodující konkrétní stav dané lokality.[24]

### **7.2. Vegetační doprovod vodních toků**

Břehové a doprovodné porosty tvořící doprovod vodních toků jsou rostlinné společenstva údolních oblastí rostoucích na březích řek, potoků nebo bystřin a porosty údolních niv navazujících bezprostředně na břehovou vegetaci. Podmínky těchto společenstev jsou velmi různorodé, což je způsobeno velkým výškovým rozpětím od nížin až po vysoko položené horské údolí.

Z ekologického hlediska nejvíc ovlivňuje břehové a nábřežní společenstva voda. Výška hladiny v korytě řek ovlivňuje břehovou vegetaci, limituje její skladbu a vymezuje prostorové uspořádání dřevin na břehu. Hladina podzemní vody, její kolísání a výška zase určuje životní a existenční podmínky břehových a doprovodných porostů. Společenstva, která rostou bez podstatných zásahů člověka, se vyvíjí samovolně, prochází přirozenou ekologií a dospívají k přírodním fytocenózám. Porosty ovlivněné činností člověka, převážně porosty na upravených tocích, mají obvykle pozměněné druhové skladby.

Vegetační doprovod rozdělujeme na břehové a doprovodné porosty. Funkce břehových porostů spočívá především v ochraně břehů, kdežto doprovodné porosty mají širší, polyfunkční charakter. [30]

- Funkce protierozní, protiabrazní
- Funkce protideflační
- Funkce ochranná
- Funkce kvality vody
- Funkce útočiště fauny
- Funkce estetická
- Funkce produkční
- Funkce tvorby přirozeného biokoridoru
- Funkce rekreační
- Funkce hygienická

### 7.3. Návrh vegetačního doprovodu

V rámci revitalizačních úprav bude snaha v co největší míře obnovit původní skladbu vegetačního doprovodu. Vegetační doprovod tvoří pásma keřové, stromové a také návrh nového zatravnění. Osetí je vhodné volit jako travní směs s odolnějším drnem a širší druhovou skladbou. Na březích sedimentačního prostoru je navržena travní směs ve stejném složení jako na březích ostrůvku. Travní směs je možno použít ve složení 30-60% lipnice luční, 10-20% kostřavy červené a 10-20% jílku vytrvalého.

Výsadba břehových porostů může být soustavně vysazována od hladiny  $Q_{150d}$  a tato hladina je ve výšce 0,60 m nad dnem. Mezi keře, které jsou vhodné k výsadbě na březích, mohou být použity především keřové vrby. Tyto dřeviny je možné použít například ve formě řízků, prutů, nebo jako zápleť do mnoha typů stabilizačních konstrukcí. Mezi keřové vrby, které jsem navrhla, patří například vrba poříční (*Salix fluviatilis*) nebo vrba košíkářská (*Salix viminalis*). Vrba poříční má dobrou odolnost vůči kolísání hladiny a dobrou zpevňovací schopnost břehů. Oba typy těchto vrb se velmi rychle rozšiřují pomocí svých výmladků a rychle rostou, proto je třeba je seřezávat, aby nebyli spíše na obtíž.

Vrbové prýty těchto vrb jsou soustředěně navrženy od výšky hladiny  $Q_{150d}$  v hustotě 1,0/0,25 m. Ve vegetačním období tak mohou tvořit přirozené zázemí pro drobné živočichy. Dalšími keři, které mohou být použity jako doprovodný vegetační porost, mohou být například líska obecná (*Corylus avellana*), bez černý (*Sambucus nigra*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*), brslen evropský (*Euonymus europaeus*) nebo ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*). Keřové porosty slouží k ochraně břehů a k estetické úpravě okolí.

Vhodnými stromy, které lze u vodních toků a nádrží vysadit mohou být například topol osika (*Populus tremula*), javor babyka (*Acer campestre*), dub letní (*Quercus robur*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), bříza bílá (*Betula pendula*) nebo javor mleč (*Acer platanoides*). Stromová etáž bude po okolí rozložena náletově.

## 8. Závěr

Cílem diplomové práce bylo v rámci revitalizace rozšíření sedimentačního prostoru na řece Kuřimce v ř. km 0,212 – 0,312. V rámci návrhu byla provedena prohlídka s pořízením fotodokumentace a doměření.

V programu HEC-RAS 5.0.0 bylo provedeno stanovení kapacity koryta a zjištěn kapacitní průtok, který činí 5,68 m<sup>3</sup>/s. Nejméně kapacitní profil se nacházel ve staničení 0,09988, kde bylo navrženo rozšíření sedimentačního prostoru. Z programu také vyšlo, že koryto někde nepřevede ani jedno-letý průtok.

V rámci návrhu sedimentačního prostoru jsou zpracovány 2 varianty řešení, přičemž by dle mého názoru byla technicky lepší varianta B s odstraněním ostrovů a tím zvětšením sedimentačního prostoru, protože řeka Kuřimka sebou nosí velké množství sedimentů a stávající nádrž je již po 2 letech svého provozu zanesena. Bylo by možné také připustit alternativu a to tu, že by se neodstraňovaly všechny ostrovy, ale pouze některé z nich. Rozdílem mezi variantami, což je ponechání ostrovů nebo jejich úplné odstranění, je zvětšení sedimentačního prostoru o 294 m<sup>3</sup>, což procentuálně vychází přibližně o 19,3% větší sedimentační prostor v případě odstranění ostrovů. Do sedimentačního prostoru je pro lepší dostupnost odtěžovací techniky navržen sjezd ve sklonu 1:6 a šířce 5 m.

Je navržen i vegetační doprovod, který tvoří stromová i keřová etáž. Na březích svahů jsou navrženy směsy trav s odolnějším drnem skládající se z lipnice luční, kostřavy červené a jílku vytrvalého a také řízky keřových vrb, především vrby poříční vzhledem k její dobré zpevňovací schopnosti břehů a odolnosti při změnách hladin.

## 9. Seznam použitých zdrojů

### 9.1. Internetové zdroje

- [1] HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM. HEIS VUV. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce [online]. 2004 [cit.2016-10-16]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/default.asp>
- [2] ŠAMALÍKOVÁ, Milena, Jiří LOCKER a Pavel POSPÍŠIL. Geologie: Učební texty pro studenty kombinovaného a denního studia. Brno: Akademické nakladatelství CERM. Dostupné z: [http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/Obsah\\_script\\_geol.htm](http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/Obsah_script_geol.htm)
- [3] Integrovaná rozvojová strategie mikroregionu Kuřimka. In: Město Kuřim [online]. 8.2006. Kuřim, 2006, 9.5.2011 [cit. 2016-12-07]. Dostupné z: <http://www.kurim.cz/cs/obcan/rozvojmesta/mikroregion-kurimka.html>
- [4] KRCHŇAVÝ, Ludvík. Krajina a řeky [online]. Brno, 2011 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2011/Z8308/27753070/Fluvialka.pdf>
- [5] SISPO. Svaz pro integrované systémy pěstování ovoce [online]. 2004 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/>
- [6] Geografická mapa Jihomoravského kraje. In: Český statistický úřad [online]. 2009 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/641011-09-2009-18>
- [7] Povodí Dyje. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Povodí\\_Dyje](https://cs.wikipedia.org/wiki/Povodí_Dyje)
- [8] Závod Dyje. Povodí Moravy [online]. 2016 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/zavod-dyje/>
- [9] Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce. Charakteristiky toků a povodí ČR. [online] 2007 [cit. 2016-12-24]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-apovodi-cr.html?PHPSESSID=a59c4a7188524bf519b160c3fb94f94f>
- [10] Povodí Moravy. Plán oblasti povodí Dyje [online]. 2010-2016 [cit. 2016-10-16]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/a-popis/a-popis.html>
- [11] Wikipedia. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/>
- [12] ODEHNALOVÁ, Zuzana. *Revitalizace vybrané části vodního toku* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-12-31]. Diplomová práce. VUT FAST. Vedoucí práce Prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr.

- [13] *Sedimentace*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sedimentace>
- [14] Sledování rybníčních a říčních sedimentů. *UKZÚZ: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský* [online]. 2010 [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/bezpecnost-pudy/monitoring-vstupu-do-pudy/sledovani-rybnicnich-a-ricnich-sedimentu>
- [15] US Army Corps of Engineers. *Hydrologic Engineering Centre* [online]. [cit. 2016- 10- 20]. Dostupné z: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- [16] SMELÍK, Lukáš. Katalog drsností. 2011. In: *Google sites* [online]. [cit. 2017-01-11]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/katalogdrsnosti/>
- [17] *Katastr nemovitostí* [online]. 2004 [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz>
- [18] Státní vektorová mapa. *Geoportál CUZK* [online]. 2010 [cit. 2017-01-01]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [19] Revitalizace říčních sítí. [online]. [cit. 2016-12-06]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni\\_loticky/revitalizace.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni_loticky/revitalizace.htm)
- [20] Koalice pro řeky. [online]. [cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://www.koaliceproreky.cz/temata/revitalizace-vodnich-toku/>
- [21] Technické úpravy vodních toků. [online]. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://praha.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/technicke-upravy-vodnich-toku/>

## 9.2. Literatura, dokumenty, normy a vyhlášky

- [22] Hydrologické poměry ČSSR –díl III-část SVP, Hydrometeorologický ústav, Praha,1970.
- [23] *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003, 144 s. ISBN 80-860-6472-7
- [24] ŠLEZINGR, Miloslav. *Revitalizace toků: Příspěvek k problematice úprav vodních toků*. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-3942-9.
- [25] Městský úřad Kuřim. *Hydrologická data*. Kuřim, 2012.

- [26] SVĚDNÍKOVÁ, Renáta. *Revitalizace vybrané malého vodního toku*. Brno, 2013 [cit. 2016-12-31]. Diplomová práce. VUT FAST. Vedoucí práce Ing. Hana Uhmánová, CSc.
- [27] *Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [28] Prof. Ing. Dr. Cyril Patočka, a Prof. Ing. Lukáš Macura, DrSc. a kol. *Úprava toků: Technický průvodce 36*. Praha: S NTL - Nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00203-6.
- [29] doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger. *Říční typy II - střední tok*. Brno: Ediční středisko Mendelovy univerzity v Brně, 2012. ISBN 978-80-7375-604-8.
- [30] ŠLEZINGR, M., ÚHRADNÍČEK, L. *Vegetační doprovod vodních toků*. Brno: Akademické nakladatelství CERM®, 2009. 175 s. ISBN: 978-80-7375-349-8

## 10. Seznam symbolů a zkratk

ř.km	říční kilometr	[km]
n	stupeň drsnosti	
b	šířka koryta ve dně	[m]
B	šířka koryta v hladině	[m]
R	hydraulický poloměr	[m]
Q	průtok	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
Q <sub>m</sub>	denní průtok dosažený m dní v roce	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
Q <sub>N</sub>	N-roční průtok překročený za N roků	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
HEC-RAS	hydrologic engineering center river analysis systém	
PB	pravý břeh	
LB	levý břeh	
GIS	Geografický informační systém	
sublitorální pásmo	část pobřežního pásma vymezena nízkou hladinou letní vody	
	Q <sub>355d</sub> , zóna rákosin	
eulitorální pásmo	část pobřežního pásma, zóna měkkých a tvrdých dřevin	
abraze	mechanické obrušování povrchu třením	



## 11. Seznam obrázků

<i>Obr.1. 1 - Vodohospodářská mapa zájmového úseku [1]</i> .....	13
<i>Obr.1. 2 - Spádová křivka toku Kuřimka-upraveno dle [4]</i> .....	14
<i>Obr.1. 3 - Povodí Kuřimky [4]</i> .....	15
<i>Obr.1. 4 - Mapa Jihomoravského kraje - zájmový úsek [6]</i> .....	16
<i>Obr.1. 5 - Podíl sklonu toku – upraveno dle [9]</i> .....	17
<i>Obr.1. 6 - Mapa sklonitosti svahu v povodí toku Svratky [9]</i> .....	17
<i>Obr.1. 7 - Povodí Svratky</i> .....	19
<i>Obr.1. 8 - Moravsko-slezská oblast – brněnský masív. [2]</i> .....	20
<i>Obr.1. 9 - Mapa geologie povodí Dyje [10]</i> .....	21
<i>Obr.1. 10 - Klimatická mapa</i> .....	22
<i>Obr.1. 11 - Průměrný roční úhrn srážek</i> .....	23
<i>Obr.1. 12 - Průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu</i> .....	24
<i>Obr.1. 13 - Lesní vegetační stupně [10]</i> .....	29
<i>Obr.1. 14 - Rybník Srpek (Foto Irena Lošťáková 2012)</i> .....	30
<i>Obr.1. 15 - Jetel luční[11]</i> .....	31
<i>Obr.1. 16 - Netýkavka žláznatá[11]</i> .....	31
<i>Obr.1. 17 - Topinambur[11]</i> .....	32
<i>Obr.1. 18 - Jitrocel kopinatý[11]</i> .....	32
<i>Obr.1. 19 - Hloh jednosemenný [11]</i> .....	32
<i>Obr.1. 20 - Vrba smuteční [11]</i> .....	32
<i>Obr.1. 21 - Kalina[11]</i> .....	33
<i>Obr.1. 22 - Javor babyka [11]</i> .....	32
<i>Obr.1. 23 - Topol bílý[11]</i> .....	34
<i>Obr.1. 24 - Jasan ztepilý [11]</i> .....	32
<i>Obr.4. 1 - Ikona programu HEC-RAS</i> .....	46
<i>Obr.4. 2 - Nejmeně kapacitní profil - km 0,09988</i> .....	46
<i>Obr.4. 3 - Průběh hladiny při Q<sub>kap</sub></i> .....	47
<i>Obr.5. 1 - Vymezení zájmového úseku</i> .....	49
<i>Obr.5. 2 - Sedimentační prostor</i> .....	55
<i>Obr.5. 3 - Sedimentační prostor</i> .....	55

## 12. Seznam tabulek

<i>Tab. 1 - m-denní průtoky a N-leté průtoky [22]</i> .....	18
<i>Tab. 2 - Charakteristika mírně teplé oblasti MT 11 dle Quitta. [5]</i> .....	22
<i>Tab. 3 - Imisní standardy dle ČSN 757221 [27]</i> .....	25
<i>Tab. 4 - Třída jakosti povrchových vod dle ukazatelů imisních standardů [25]</i> .....	25
<i>Tab. 5 - Struktura zemědělské půdy v oblasti Dyje</i> .....	27
<i>Tab. 6 - Nejvýznamnější pěstované plodiny v oblasti povodí Dyje</i> .....	27
<i>Tab. 7 - Základní vstupní data</i> .....	42
<i>Tab. 8 - Okrajové podmínky</i> .....	42
<i>Tab. 9 - Hydraulické parametry stávajícího stavu</i> .....	43
<i>Tab. 10 - Výsledná kapacita koryta</i> .....	46
<i>Tab. 11 - Závislost součinitele na sklonu</i> .....	59

### 13. Seznam příloh

Příloha č. 1 - Přehledná situace	M 1:25 000
Příloha č. 2 - Situace      2.1 varianta A	M 1:500
2.2- varianta B	M 1:500
Příloha č. 3 - Příčné řezy (3.1~3.11)	M 1:200
Příloha č. 4 - Přehledný podélný profil	M 1:500/100
Příloha č. 5 - Podélný profil sedimentačním prostorem	M 1:500/100
Příloha č. 6 - Vzorový příčný řez	M 1:100
Příloha č. 7 - Balvanitý skluz	M 1:50
Příloha č. 8 - Dřevěný práh	M 1:50